

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Competencia de dos genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo diferentes tratamientos de control de malezas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

P R E S E N T A

LIC. DIEUNER VALEUS

GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN

JULIO 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Competencia de dos genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo diferentes tratamientos de control de malezas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

P R E S E N T A

LIC. DIEUNER VALEUS

GENERAL ESCOBEDO, N.L.

JULIO 2024

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRICOLA

COMITÉ PARTICULAR



Dr. José Elías Treviño Ramírez
Director de Tesis

M.C Jesús Andrés Pedroza Flores
Co - Director



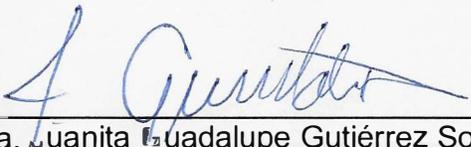
Dr. Emilio Olivares Sáenz
Asesor (a)



Dra. María del Carmen Ojeda Zacarias



Dr. Alejandro Sergio del Bosque González



Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto
Subdirectora de Posgrado e Investigación

ESTA TESIS FUE APROBADA EN FORMATO, POR EL COMITÉ DE POSGRADO,
ATENDIENDO A EL ARTÍCULO 123, DEL REGLAMENTO GENERAL DEL
SISTEMA DE POSGRADO DE LA UANL.

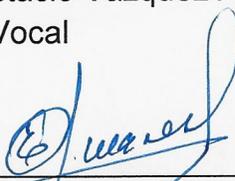
COMITÉ DE POSGRADO

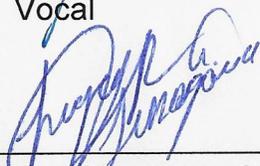

Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto
Presidenta


Dr. Celestino García Gómez
Secretario


Dra. Lidia Rosaura Salas Cruz
Vocal


Ph.D. Rigoberto Eustacio Vázquez Alvarado
Vocal


Ph.D. Emilio Olivares Sáenz
Vocal


Dra. Sughey Ramona Sinagawa García
Vocal


Dr. Guillermo Niño Medina
Vocal

DEDICATORIAS

Primero, agradezco a mi poderoso Dios por concederme vida, salud y fuerzas, así como por estar más allá de cualquier comprensión humana. Reconozco su guía durante mi camino en la Maestría, brindándome seguridad y valentía, y otorgándome la habilidad de superación para alcanzar mis metas. Entiendo que solo somos temporales administradores y observadores de su vasta creación.

A mi esposa: Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi esposa Kerline Julien por su amor, paciencia y apoyo constante a lo largo de mi carrera académica y profesional. Su presencia incondicional en los momentos buenos y difíciles ha significado mucho para mí. Gracias por tu amor y apoyo sin reservas, y por estar siempre presente para respaldar mis decisiones en mi camino profesional.

A mi madre: Benjamín Clesanie, quien ha sido el ancla de mi vida y me ha respaldado sin reservas en cada aspecto de mi formación académica, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su apoyo constante y sus sabios consejos. Sin ti, no habría alcanzado este logro. Gracias por todo.

A mis hermanas y hermanos: Clemane Valeus, Odlin Valeus, Monique Valeus, Wilnel Valeus, agradezco profundamente todo el apoyo que me han brindado durante mi trayectoria académica y profesional. Ustedes son una de las principales razones por las que decidí emprender este camino, y quiero que sepan cuánto los valoro y aprecio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León y también al CONAHCYT por brindarme la beca de manutención que posibilitó la realización de este grado académico y consecuentemente, hizo viable esta experiencia educativa.

Quiero expresar mi más profunda expresión de gratitud hacia cada uno de los integrantes de mi comité de tesis que contribuyeron directamente en la realización de esta investigación: Dr. José Elías Treviño Ramírez, gracias a la orientación constante y los consejos recibidos, he fortalecido mis decisiones académicas, y valoro profundamente su disposición constante para compartir sus conocimientos y hacer realidad este proyecto; Dr. Emilio Olivares Sáenz, agradezco profundamente su valiosa enseñanza y orientación en el ámbito estadístico de este proyecto de investigación. Su disposición constante para ayudar ha sido fundamental en su realización. Muchas gracias.; M. en C. Jesús Andrés Pedroza Flores ha desempeñado un papel fundamental en este comité y ha participado activamente en el avance de este proyecto de investigación; A la Dra. María del Carmen Ojeda Zacarias le agradezco por su valiosa guía y enseñanzas durante el transcurso de esta investigación. Su orientación profesional ha sido de gran importancia para mí.

Dr. Alejandro Sergio del Bosque González ha sido fundamental en este comité de trabajo al participar activamente, lo cual ha sido crucial para llevar a cabo esta investigación.

Agradezco a mis amigos y colegas de la maestría, Francia, Alonso, Elizabeth y Kenel, por acompañarme durante este viaje profesional. Valoro enormemente los momentos agradables que compartimos en las aulas y en la Facultad de Agronomía. Su amistad, camaradería y confianza significan mucho para mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS DEL APENDICE	xviii
ABSTRACT	xx
1.0. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	6
1.2. Objetivo General.....	6
1.2.1. Objetivos específicos.....	6
2.0. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. Descripción de las características botánicas y fisiológicas del frijol.	7
2.1.1. Origen de la planta frijol y su importancia.....	7
2.1.2. La producción de frijol a Nivel Mundial	10
2.1.3. La producción de Frijol a Nivel Nacional.....	10
2.1.4. La producción de frijol en el estado Nuevo León	11
2.1.5. La Semilla del Cultivo de Frijol	11
2.1.6. Producción y uso de las semillas seleccionadas.....	12
2.2. Las principales características de la Semilla de frijol.	12
2.2.1. Forma y tamaños uniformes	12
2.2.2. Viabilidad	12
2.2.3. Calidad	12
2.2.4. Color uniforme.....	13
2.3. Los diferentes tipos de variedades de Frijol Cultivadas en México	13
2.4. Las épocas de Siembra de Frijol en México.....	14
2.5. Sistema de siembra del cultivo de frijol en México	15
2.6. Etapas del Desarrollo del Cultivo de Frijol	16
2.7. Los diferentes hábitos de Crecimiento del cultivo frijol.....	16
2.8. Condiciones Edafoclimáticas del Cultivo de Frijol	18

2.8.1.	Suelo.....	18
2.8.2.	Temperatura.....	18
2.8.3.	Luz	18
2.9.	Manejo el sistema de riego en la producción del cultivo de frijol	19
2.10.	Los principales factores que Influyen en la Producción de cultivo frijol	19
2.11.	Nutrientes Minerales (N, P, K)	19
2.12.	La sequía.....	20
2.13.	La cosecha del cultivo frijol	21
2.14.	Rendimiento del frijol	21
2.15.	Importancia de las Malezas en la agricultura	21
2.16.	Pérdidas ocasionadas por malezas	22
2.17.	Periodo crítico de competencia.....	23
2.17.1.	Competencia entre cultivos y malezas.....	24
2.17.2.	Competencia por sustancias nutritivas	24
2.17.3.	Competencia por agua y luz	25
2.17.4.	Alelopatía	26
2.18.	Las características de las malezas	26
2.19.	Clasificación de malezas o plantas no cultivadas	27
2.19.1.	Malezas anuales.....	27
2.19.2.	Malezas bienales.....	28
2.19.3.	Malezas perennes o plurianuales	29
2.20.	La clasificación Botánica de las malezas	29
2.20.1.	Clasificación Morfológica.....	30
2.20.1.1.	Monocotiledóneas de la familia gramínea	30
2.20.1.2.	Monocotiledóneas de la familia ciperácea.....	30
2.20.1.3.	Dicotiledóneas.....	30
2.21.	Métodos de control de malezas	30
2.21.1.	Control mecánico.....	30
2.21.2.	Control físico.....	31
2.21.3.	Control biológico.....	31
2.21.4.	Control químico.....	32
3.0.	MATERIALES Y MÉTODOS	33

3.1.	Lugar del establecimiento del experimento.....	33
3.2.	Análisis del suelo para determinar niveles de factores edáficos químicos y físicos	33
3.3.	Procedimientos para el análisis de suelos.	34
3.3.1.	Determinación de nitrógeno, fosforo, potasio y materia orgánica del suelo (Métodos).....	34
3.3.2.	Nitrógeno.....	34
3.3.3.	Fósforo	34
3.3.4.	Potasio	34
3.3.5.	Materia Orgánica	35
3.3.6.	Análisis físico químico del suelo.....	35
3.3.7.	Análisis físico químico del suelo.....	35
3.3.8.	Condición química del suelo	36
3.4.	MANEJO DEL ENSAYO	37
3.4.1.	Métodos de Fitotecnia.....	37
3.4.2.	Preparación de suelos y método de siembra.....	37
3.4.3.	Método de siembra.....	37
3.4.4.	Organización de ensayos y cultivo de material genético	37
3.4.5.	Instalación del sistema de riego y aplicación del primer riego	38
3.4.6.	Factores para estudiar	38
3.5.	Las características agronómicas principales de las variedades que se utilizaron son las siguientes.....	39
3.5.1.	Pinto Saltillo	39
3.5.2.	Flor de mayo.....	40
3.5.3.	Obtención de Material Genético (Semillas).....	41
3.5.4.	Prueba de germinación de las dos variedades de frijol.....	41
3.5.5.	Material genético	42
3.5.6.	Material abiótico.....	42
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	42
3.6.1.	Diseño Experimental	42
3.6.2.	Diseño del Experiment.....	43
3.7.	Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar en un arreglo de parcelas divididas.....	44

3.8.	Los principales factores estudiados en la investigación presente	45
3.8.1.	Descripción de los tratamientos	45
3.9.	Variables agronómicas estudiadas, ciclo verano 2023.....	47
3.9.1.	Altura de la planta (cm).....	47
3.9.2.	Número de vainas por planta.....	47
3.9.3.	Peso de 100 semillas	47
3.9.4.	Número de semillas por planta.....	48
3.9.5.	Rendimiento de grano por parcela	48
3.9.6.	Rendimiento de grano.....	48
3.9.7.	Longitud de vaina	48
3.10.8.	Número de semillas por vaina.....	49
3.10.9.	Días a floración.....	49
3.10.10.	Días a madurez fisiológica	50
3.10.11.	Cosecha de grano.....	50
3.11.	Incidencia de deficiencias y enfermedades.....	50
3.12.	Variables agronómicas que se midieron en las malas hierbas detectadas en el ciclo Verano 2023.....	52
3.12.1.	Número de individuos por especie (levantamiento de malezas)	52
3.12.2.	Levantamiento de malezas (inventario).....	52
3.12.3.	Identificación de malezas.....	52
3.12.4.	La densidad.....	52
3.12.5.	Dominancia por especie.....	53
3.12.6.	Cobertura Vegetal	53
3.12.7.	Frecuencia.....	53
3.12.8.	El número total de individuos por especie.....	53
4.0.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1.	Análisis de datos	54
4.2.	Variables fisiológicas	54
4.3.	Las Variables Agronómicas	56
4.3.1.	Altura de planta.....	56
4.3.2.	Numero de vainas por planta.....	58
4.3.3.	Número de Semillas por vaina	61

4.3.4. Número de semillas por plantas.....	63
4.3.5. Longitud de vainas	66
4.3.6. Peso de 100 semillas.....	68
4.3.7. Rendimiento de grano.....	71
4.4. Relación funcional entre la producción de grano frijol en (t. ha ⁻¹) y la duración del cultivo con presencia de malezas en el genotipo Pinto Saltillo.	76
4.5. Relación funcional entre el rendimiento de grano (t. ha ⁻¹) de <i>Phaseolus vulgaris</i> y el tiempo en que el cultivo permanece sin competencia con malezas en el genotipo Pinto Saltillo.	77
4.6. Período crítico de competencia bajo diferentes métodos de control con y sin malezas durante el ciclo de cultivo para el genotipo (G1) Pinto Saltillo.	78
4.7. Relación funcional entre el rendimiento de grano (t. ha ⁻¹) de <i>Phaseolus vulgaris</i> y el tiempo en que el cultivo permanece con competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo bajo diferentes métodos de control (periodos).	80
4.8. La relación entre la cantidad de granos producidos por <i>Phaseolus vulgaris</i> (t. ha ⁻¹) y el período de competencia en el cual el cultivo no se vio afectado por la competencia con malezas en la variedad Flor de Mayo.	81
4.9. Período crítico de competencia bajo diferentes métodos de control con y sin malezas durante el ciclo de cultivo para el genotipo (G2) Flor de Mayo.	81
4.10. Número de malezas, especies y densidad de malezas encontradas en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) ciclo verano Marín N.L 2023.	84
4.11. Densidad poblacional de las especies de malezas.....	86
4.12. Dominancia y Frecuencia de malezas en los dos genotipos frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluados.....	88
4.13. Descripción de las diferentes especies de malezas encontradas durante el desarrollo del experimento en parcelas con tratamiento de control malezas ciclo verano 2023. 91	
4.13.1. Especie: <i>Amaranthus retroflexus</i> (L.).....	91
4.13.2. Especie: <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.....	92
4.13.3. Especie: <i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	92
4.13.4. Especie: <i>Amaranthus spinosus</i> (L.).....	93
4.13.5. Especie: <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.....	95
4.13.6. Especie: <i>Amaranthus blitoides</i>	95
4.13.7. Especie <i>Physalis ixocarpa</i>	96
4.13.8. Especie: <i>Muhlenbergia glabrata</i> (Z. liendrilla)	97
4.13.9. Especie: <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.....	97

4.13.10. Especie: <i>Hilaria mutica</i>	99
4.13.11. Especie: <i>Euphorbia próstata</i>	99
5.0. CONCLUSIONES	101
6.0. RECOMENDACIONES	102
7.0. BIBLIOGRAFÍA.....	103
8.0. ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS		PAGINAS
1	Nombres de diferentes variedades de frijol común y procedencia de diferente estado de México.	14
2	Análisis físico- químico del suelo con profundidad 0-30 cm.	35
3	Análisis físico- químico del suelo con profundidad de 30-60 cm.	35
4	El modelo del análisis de varianza utilizado	44
5	Densidad de población utilizada para establecer el cultivo.	46
6	Tratamientos de control de malezas en el experimento de campo utilizando como genotipo 1: la variedad Pinto Saltillo y como genotipo 2: la variedad Flor de Mayo.	55
7	Descripción de los tratamientos	56
8	Se presentan los resultados de las variables: días a floración, días a madurez fisiológica y días a madurez comercial, para los dos genotipos bajo estudio.	57
9	Análisis de varianza para la variable de altura de planta para los dos genotipos de frijol y los tratamientos de maleza.	57
10	Comparación de medias para la altura de la planta para dos variedades de frijol.	57
11	Valores numéricos con las medias de la altura de planta de los tratamientos de control de maleza	59
12	La variable altura de planta de los tratamientos de maleza en dos variedades de frijol.	59
13	Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta de dos genotipos bajo estudio (Pinto Saltillo y Flor de Mayo).	59
14	Medias de la variable número de vainas por planta de dos variedades de frijol.	60

15	Medias del número de vainas por planta de los tratamientos de los diferentes períodos de control de malezas.	61
16	Número de vainas por planta de los diferentes tratamientos de control de malezas en las dos variedades de frijol común.	61
17	Análisis de varianza para la variable número de semillas por planta de los dos genotipos de frijol.	62
18	Medias del número de semillas por planta de dos variedades de frijol.	62
19	Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable el número de semilla por planta.	63
20	Numero de semillas por planta de los diferentes tratamientos de control de malezas para las dos variedades de frijol común.	64
21	Análisis de varianza para la longitud de vainas por plantas para las dos variedades.	64
22	Análisis de varianza para la variable de número semillas por plantas para las dos variedades.	65
23	Medias de número de semillas por planta para el factor variedad de frijol.	66
24	Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable número de semillas por planta	66
25	Número de semillas por plantas de los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.	67
26	Medias de la longitud de vainas por planta para el factor variedad de frijol.	67
27	Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la longitud de la vaina por planta.	68
28	La longitud de vainas por plantas de los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.	69

29	El análisis de varianza para el peso de 100 semillas de dos variedades de frijol.	69
30	Medias peso (gramos) para 100 semillas de dos variedades de frijol.	69
31	Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable peso de 100 semillas.	71
32	El peso de 100 semillas de los dos genotipos frijol para los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.	71
33	Análisis de varianza para el rendimiento de grano (Ton ha ⁻¹).	72
34	Valores promedio de rendimiento de grano para las dos variedades de frijol común.	72
35	Valores promedio de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable rendimiento de grano.	85
36	Rendimiento de grano (t ha ⁻¹) de dos genotipos frijol para los diferentes tratamientos de control de malezas.	86
37	Lo anterior equivale a la cantidad de plantas no deseadas identificadas según la clasificación botánica durante el periodo de la investigación en el campo agrícola experimental unidad Marín de la FAUANL verano 2023.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS		PAGINAS
1	Clasificación de los tipos de frijol en base al hábito de crecimiento del tallo principal	17
2	Fotografía de experimento de campo de frijol, con aplicación de riego por cintilla, FAUANL, Marín, N.L. agosto 2023.	38
3	Fotografía de Semillas de genotipo Pinto Saltillo durante preparación del experimento.	39
4	Fotografía de Semilla de genotipo Flor de Mayo para establecimiento del experimento.	40
5	Croquis de campo donde se incluye el factor variedad (A) y el factor control de malezas (B).	44
6	(A,B). Peso de 100 Semillas de las variedades Pinto Saltillo y Flor de Mayo después de la cosecha	47
7	Toma de longitud de vainas de la variedad Pinto Saltillo después de la cosecha	49
8	Planta de frijol de la variedad Pinto Saltillo en plena floración a los 45 días después de la siembra.	49
9	Fotografías 1, 2 y 3 de diferentes plantas de frijol afectadas por la pudrición carbonosa (<i>Macrophomina phaseolina</i>), viéndose mayor grado de severidad en el daño viniendo de izquierda a la derecha.	51
10	Secuencia del aislamiento de pudrición carbonosa que aparece en las imágenes A, B, C y D (Shener, 2021).	51
11	Gráfica con una relación lineal con tendencia negativa al tomar el manejo de cultivo de frijol con malezas y después sin malezas en cada uno de sus tratamientos.	76
12	Gráfica con una relación lineal con tendencia positiva al tomar el manejo de cultivo de frijol con malezas y después sin malezas en cada uno de sus tratamientos.	77
13	Rendimiento de grano del cultivo de frijol común (t. ha-1) bajo diferentes períodos de competencia con malezas y sin malezas durante el experimento corresponde al genotipo Pinto Saltillo para determinar el período crítico de competencia con malezas, que son los primeros 35 días.	79
14	Relación funcional entre el rendimiento de grano <i>Phaseolus vulgaris</i> y el tiempo en que el cultivo permaneció con competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo.	80
15	Relación funcional entre el rendimiento de grano de	81

	<i>Phaseolus vulgaris</i> y el tiempo en que el cultivo permanece sin competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo.	
16	Rendimiento de grano de cultivo de frijol ($t\ ha^{-1}$) en diferentes períodos con malezas y sin malezas en el genotipo Flor de Mayo, para determinar el período crítico de competencia bajo diferentes periodos de control con malezas.	82
17	En esta figura se observan las dieciséis principales especies de malezas encontradas en el experimento de frijol común en Marín N.L FAUANL, verano 2023.	87
18	Dieciséis principales especies de malezas encontradas en experimento de frijol común, verano del 2023 Marín Nuevo León FAUANL.	89
19	Foto de planta adulta de especie: <i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	91
20	Foto de planta adulta de especie: <i>Echinochloa colona</i> (L.)	92
21	Foto de planta adulta de especie: <i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	93
22	Foto de planta adulta de especie: <i>Amaranthus spinosus</i> (L.)	94
23	Foto de planta adulta de especie: <i>Ipomoea purpurea</i> (L.)	95
24	Foto de planta adulta de especie: <i>Amaranthus blitoides</i>	96
25	Foto de planta adulta de especie: <i>Physalis ixocarpa</i>	96
26	Foto de planta adulta de especie. <i>Muhlenbergia glabrata</i> (Z. liendrilla)	97
27	Foto de planta adulta de especie: <i>Sorghum halepense</i> (L.)	98
28	Foto de planta adulta de especie: <i>Hilaria mutica</i>	99
29	Foto de planta adulta de especie: <i>Euphorbia próstata</i>	100

ÍNDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

FIGURAS		PAGINAS
1 A.	Fotos de preparación de suelo y surcado para la siembra y mantenimiento de cultivo de frijol. B) Marcado de área experimental en campo y trazado; C) Instalación sistema de riego 6 días después de la siembra de dos genotipos de frijol en las unidades experimentales.	120
2 A.	Imagen que muestra la identificación y ubicación de las malezas en los ensayos experimentales, siguiendo los tratamientos y periodo de competencia y control establecidos. E) Parcela experimental donde hay un control de maleza manual con azadón en frijol a los 30 días después de la siembra. F) Parcelas experimentales con y sin maleza todo el ciclo de cultivo. G) Foto de control de malezas manual de los 30 a los 60 días después de la siembra. H) Control de malezas manual durante la floración en la variedad Pinto Saltillo y la variedad Flor de Mayo durante 60 días después de la siembra.	120
3 A.	Fotos I y J de levantamiento de malezas en diferentes tratamientos de control en el experimento de campo. Ciclo verano FAUANL, Marín N.L.2023.	121
4 A.	Fotos K y L de la fase de madurez fisiológica de las dos variedades de frijol común: Pinto Saltillo y Flor de Mayo, en el campo agrícola experimental, Marín N.L, ciclo verano 2023.	121
5 A.	Fotografías M y N de cosecha de las dos variedades de frijol en el campo experimental y secado al sol de plantas y vainas cosechada para eliminar altos porcentajes de humedad.	122
6 A.	Fotografías O y P de desgrane de las vainas cosechadas para conteo de las semillas y la medición de diferentes variables agronómicas.	122

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola de verano del año 2023, se realizó esta investigación en el área campus experimental Marín, ubicada en Nuevo León, la cual es parte de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El propósito principal de este estudio fue identificar el período crítico de competencia, tanto con malezas como sin ellas, donde fueron evaluadas dos variedades de frijol común, empleando diversos métodos de control de malezas bajo diferentes tratamientos. El área total destinada al experimento fue de 591.0 m² (39.4 x 16 m), dividida en bloques separados por pasillos de 1.0 m de ancho. La siembra se realizó manualmente, con una distancia de 5 cm entre plantas y 80 cm entre surcos. El experimento constaba de cuatro bloques, cada uno con 16 tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones, totalizando 64 parcelas pequeñas para las dos variedades de frijol. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas. Las dos variedades de frijol ocuparon las parcelas grandes (Factor a), mientras que los ocho períodos de control de malezas se ubicaron en las parcelas más pequeñas (Factor b). Los genotipos de frijol estudiados fueron Pinto Saltillo y Flor de Mayo, siendo Pinto Saltillo el que mostró un mejor rendimiento de granos por hectárea 1.629 t ha⁻¹ y flor de mayo con un rendimiento de 1.33 t ha⁻¹. Asimismo, se notó que el tiempo de control de malezas que permitió un rendimiento de granos por hectárea más alto corresponde a los tratamientos 1, 7,6 y 8. Los datos obtenidos mostraron que el intervalo crítico de competencia con malezas se produjo aproximadamente entre los 30 y 60 días posteriores a la siembra para ambas variedades. Por lo tanto, se sugiere mantener el cultivo de frijol sin malezas durante estos días para prevenir pérdidas importantes en el rendimiento de granos en la producción de frijol.

Palabras clave: Malas hierbas, período crítico, control, levantamiento, genotipos.

ABSTRACT

During the summer agricultural cycle of 2023, an investigation was carried out at the Marín Nuevo León experimental field, belonging to the Agronomy Faculty of the Universidad Autónoma de Nuevo León. The main purpose of this study was to identify the critical period of competition, both with and without weeds, where two varieties of common bean were evaluated, using different methods of weed control under different treatments. The total area for the experiment was 591.0 m² (39.4 x 16 m), divided into blocks separated by 1.0 m wide aisles. Planting was done manually, with 5 cm between plants and 80 cm between furrows. The experiment consisted of four blocks, each with 16 treatments distributed in four replications, totaling 64 small plots for the two bean varieties. The experimental design used was a randomized complete block design with a split-plot arrangement. The two bean varieties occupied the large plots (Factor a), while the eight weed control periods were in the smaller plots (Factor b). The bean genotypes studied were Pinto Saltillo and Flor de Mayo, being Pinto Saltillo the one that showed the best grain yield per hectare 1.629 t ha⁻¹ and Flor de Mayo with a yield of 1.33 t ha⁻¹. In addition, it was observed that the weed control period that allowed a higher grain yield per hectare corresponded to treatments 1, 7, 6 and 8. The data collected indicated that the critical period of weed competition occurred approximately between 30 and 60 days after planting for both varieties. Therefore, it is recommended to keep the bean crop free of weeds around these days to avoid significant losses in grain yield in bean crop production.

Key words: Weeds, critical period, control, lifting, genotypes.

1.0. INTRODUCCIÓN

El frijol común, científicamente conocido como *Phaseolus vulgaris* L., es una de las leguminosas más destacadas en términos de producción y consumo a nivel global. Su elevado contenido de proteínas lo convierte en un componente crucial en las dietas de numerosos países en desarrollo. Además, desempeña un papel fundamental en la vida diaria, siendo consumido en forma fresca o seca. Desde épocas prehispánicas, este grano ha tenido una gran relevancia en aspectos alimentarios, sociales y económicos, tanto a nivel nacional como internacional (Anaya *et al.*, 2018). Esta variedad de leguminosa desempeña un papel crucial en la alimentación cotidiana en naciones con recursos limitados, al igual que el arroz (*Oryza sativa* L.), ya que son componentes esenciales de la dieta básica. Este cultivo se reconoce como una de las primeras plantas cultivadas en el continente americano, junto con el maíz, y fue fundamental en la nutrición de las primeras comunidades en Mesoamérica y Sudamérica (Beebe *et al.*, 2008). Dentro de las especies de plantas que se cultivan, encontramos principalmente a *Phaseolus vulgaris*, conocido como frijol común. Esta especie es la más relevante en la agricultura, ya que se cultiva en aproximadamente el 90% de la superficie sembrada a nivel nacional (SIAP, 2021). Las cuatro especies restantes, que incluyen *Phaseolus lunatus* (frijol lima), *Phaseolus acutifolius* (frijol Tépari/yori muni), *Phaseolus coccineus* (frijol ayocote), y *Phaseolus dumosus* (también conocido como *P. polyanthus*), ocupan menos de 200,000 hectáreas en conjunto (Hernández-López *et al.*, 2013).

Una de las características más destacadas de esta especie reside en su significativo valor nutricional y su utilidad medicinal. Esto se debe a que las semillas contienen una cantidad adecuada de proteínas y carbohidratos que las hacen aptas para el consumo humano. Además de su valor como alimento, se le atribuyen propiedades terapéuticas, como la capacidad para reducir los niveles de colesterol, prevenir el

cáncer y ayudar en el control de la diabetes en seres humanos, este cultivo es típicamente llevado a cabo por agricultores de pequeña escala en naciones en vías de desarrollo (Landi *et.al.*, 2017). Igualmente, este cultivo tiene relevancia no solo en términos de consumo, sino también debido a su contribución en la creación de puestos de trabajo y generación de ingresos en hogares rurales con limitados recursos, como señala Solís (2015). Además, *Phaseolus vulgaris* L. también desempeña un papel significativo al enriquecer el suelo con nitrógeno, ya que lo captura en sus raíces, lo que notablemente mejora la utilidad de producción de este cultivo (Ángeles-Núñez y Cruz-Acosta, 2015).

A nivel global, durante el periodo de 2012 a 2018, la producción de frijol experimentó un aumento promedio anual del 3.3%. En el año 2017, la producción mundial de este cultivo alcanzó las 32.1 millones de toneladas, marcando el punto más alto en términos de producción de estas leguminosas. Sin embargo, en 2018, tanto India como Brasil experimentaron una disminución en su producción de frijol, lo que llevó a una caída general del 1.2%. Estos dos países son responsables conjuntamente del 28.8% de la producción mundial, con India representando el 19.6% y Brasil el 9.2% (CEDRSSA, 2020).

La producción de frijol en México se realiza en todos los estados del país. En el año 2017, aproximadamente el 7.8% de la superficie agrícola total se destinó a cultivar este grano, lo que equivale a alrededor de 1.6 millones de hectáreas. Esta producción se divide en un 88% de cultivo de temporal y un 12% de riego, en cuyas siembras se utilizan más de 70 variedades diferentes (SIAP, 2018).

Durante ese mismo año, se cosecharon un total de 1.18 millones de toneladas de frijol, distribuidos en tres categorías principales: un 36% eran frijol claro, un 31% eran frijol negro y un 29% eran frijol pinto (SIAP, 2018). Notablemente, el 74% de esta producción se concentró en seis estados específicos de México, con las siguientes cifras en miles de toneladas: Zacatecas con 400.3, Sinaloa con 158.23, Durango con 120.40, Chihuahua con 87.17, Nayarit con 63.98 y Chiapas con 60.34. En promedio, la producción nacional alcanzó un rendimiento de 0.73 toneladas por hectárea. A pesar

de esta producción significativa, la demanda nacional de frijol no se satisface completamente con la producción nacional. En ese año, México tuvo que importar alrededor de 150 mil toneladas de frijol de países como Estados Unidos, Canadá y Argentina para cubrir cerca del 16% de las necesidades nacionales (FAOSTAT, 2021; SIAP, 2021).

De acuerdo con los datos de la FAO 2020, los principales países consumidores de frijol coinciden prácticamente con los países productores, con excepción de Myanmar y China, principales productores, pero no consumidores. La lista de países la encabeza Tanzania con un promedio per cápita de 21.8 kilogramos, le sigue Brasil con el 15.1 kilogramos, seguido de México con 10.2 kilogramos, Estados Unidos e India con 3.6 y 4.3 kilogramos, respectivamente.

En el análisis de los factores con efectos significativos sobre la producción de frijol, es crucial resaltar el papel significativo que desempeña la maleza en este cultivo. En referencia a las plantas no deseadas y no cultivadas que compiten con las plantas de frijol por recursos vitales como agua, luz, nutrientes, oxígeno, dióxido de carbono y espacio físico, por lo que afectan la expresión de diferentes variables agronómicas del cultivo especialmente al rendimiento de grano y su calidad (Corneo *et al.*, 2019). Pues, el manejo de las malezas en el cultivo de frijol se ha vuelto una técnica agronómica esencial en todo tipo de cultivo. Las malezas consumen los recursos necesarios para el crecimiento adecuado de los cultivos, lo que no solo afecta su rendimiento de grano, sino que también aumenta los gastos de producción y disminuye la calidad de los productos agrícolas (Sardana *et al.*, 2017). La productividad del cultivo se ve directamente afectada por la fuerza y el tiempo que se dedica a combatir las malezas, por lo que es necesario determinar su periodo crítico ante las malezas (Swanton *et al.*, 2015).

El momento clave para luchar contra las malezas se evidencia en el perjuicio que éstas causan en los cultivos, impactando finalmente en la producción. Sin embargo, es crucial reconocer que el control oportuno de las malezas es una medida fundamental para garantizar el éxito en la producción agrícola de cualquier cultivo

(Safdar *et al.*, 2016). Identificar el momento crítico en el que las malezas compiten es esencial para desarrollar estrategias eficaces de control en sistemas de cultivo, especialmente en el caso del cultivo de frijol (Tursun *et al.*, 2016).

Las malezas representan los principales adversarios naturales en la agricultura de frijol, causando reducciones significativas en su producción. Estos intrusos vegetales pueden ocasionar disminuciones de hasta un 80% en la cantidad de granos cosechados, además de aumentar los gastos asociados a la recolección y deteriorar la calidad del producto. En México, alrededor de 50 tipos de malezas han sido identificados como invasores de los cultivos de frijol. La planta de frijol carece de la capacidad necesaria para competir de manera efectiva contra las malezas, especialmente durante las primeras etapas de su crecimiento. Además de este desafío, las malas hierbas pueden actuar como reservorios de enfermedades y plagas, que afectan negativamente el desarrollo y crecimiento del cultivo. El período más crítico en términos de competencia entre las malezas y el frijol se ubica en los primeros 30 a 40 días después de su germinación, cuando la planta está creciendo lentamente y las malezas pueden ocasionar pérdidas considerables en el rendimiento. Los problemas relacionados con las malezas son frecuentes en los cultivos de frijol, especialmente en las regiones temporaleras del centro y sur de México. Esta cuestión también se presenta en las áreas de riego, tanto en las siembras de primavera como en las de otoño e invierno (Gaussoin R. E. *et al.*, 2011).

Actualmente nuestro mundo se enfrenta a una grave crisis en la producción de alimentos con el crecimiento de la población, más la presencia de Covid 19 que ha afectado a nuestro mundo desde el año 2019 y durante dos años posteriores; se han dejado muchas tareas pendientes, este tipo de situaciones ha aumentado bastante la demanda de alimentos básicos, por lo que sumado todo lo expuesto, la importancia de este cultivo en el mundo es bastante trascendente. En todos los países de América este cultivo es importante sobre todo en Haití y México, en base a lo anterior se plantea la presente investigación con el propósito de generar información adecuada, además de que permitirá evitar las pérdidas provocadas por la interferencia (competencia y alelopatía) de las malezas y por las plagas que se agregan a estas,

afectando a nuestras plantas cultivadas en diferentes formas: de tal manera, se proponen las siguientes hipótesis y objetivos de esta investigación.

1.1. Hipótesis

Las malezas ocasionan un efecto negativo en las variables agronómicas en el cultivo de frijol común bajo competencia.

1.2. Objetivo General

Evaluar la influencia del periodo crítico de competencia bajo diferentes tratamientos de control de malezas durante sus periodos de crecimiento y madurez.

1.2.1. Objetivos específicos

- ✚ Clasificar las especies de malezas presentes señalando el nombre científico y el nombre común.

- ✚ Estimar parámetros relacionados con malezas como son: número total de individuos por especie y por metro cuadrado, frecuencia y dominancia.

- ✚ Determinar si existen algunas diferencias anatómicas y morfológicas entre los dos genotipos de frijol común bajo estudio, de acuerdo con los diferentes tratamientos de control de malezas a los que serán sometidos.

2.0. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción de las características botánicas y fisiológicas del frijol.

2.1.1. Origen de la planta frijol y su importancia

En el presente, se reconoce que el norte de México, la región septentrional de Argentina y Perú son los lugares de donde se originó el cultivo del frijol. Esta afirmación se respalda en descubrimientos arqueológicos efectuados en México (Tehuacán, 7000 a.C.), en el norte de Argentina (Huachichoacana, 9000 a.C.) y en Perú (Guitarrero, 8000 a.C.) (Cid *et al.*, 2014).

No obstante, varios autores indican que hay una variación geográfica en la que se observa una relación paralela entre los tipos de Phaseolina (proteínas características de las semillas de frijol) y el tamaño de las semillas en los frijoles. Esto se refiere a cómo varían estos aspectos en diferentes regiones geográficas. Por ejemplo, en la región intermedia de América (que incluye a México y Guatemala), los frijoles cultivados tienen predominantemente el tipo de phaseolina "S" y presentan semillas pequeñas. Por el contrario, en la región andina, la mayoría de los frijoles cultivados muestran el tipo de phaseolina "T" y tienen semillas grandes. Esta distribución de tipos de phaseolina y tamaños de semillas es muy similar a lo que se encuentra en las variedades de frijoles silvestres (Hernández y Ramírez, 2008).

El cultivo de frijol pertenece a la familia Fabaceae y al género *Phaseolus*. Se trata de una planta herbácea que se considera de ciclo breve. Según investigaciones arqueológicas, se ha afirmado que el género *Phaseolus* tiene sus raíces en América, según la investigación realizada, se han descubierto numerosas pruebas que indican la existencia de esta leguminosa en diversas regiones, como México, Estados Unidos y Perú. México se considera uno de los lugares de origen de varios tipos de frijol, ya que se han encontrado especies silvestres de los cinco grupos de frijol más cultivados:

P. vulgaris (frijol común), *P. acutifolius* (frijol tepari), *P. lunatus* (frijol lima), *P. coccineus* (frijol ayocote o escarlata) y *P. polyanthus* (frijol anual) (FIRA, 2019). El frijol se encuentra entre las principales leguminosas más cultivadas en todo el mundo, siendo superado solo por la soya (*Glycine max L.*). Así, se posiciona como la leguminosa de grano seco más prominente, seguida por la lenteja y el garbanzo. Esta planta fue una de las primeras en ser domesticadas en el continente americano, junto con el maíz. De hecho, desempeñó un papel fundamental en la alimentación temprana de las comunidades en Mesoamérica y Sudamérica. Uno de los atributos más destacados de este cultivo es su notable valor tanto nutricional como medicinal. Su semilla contiene cantidades apropiadas de proteínas y carbohidratos, lo que la hace muy adecuada para el consumo humano (Guzmán-Soria *et al.*, 2019).

Los atributos que contribuyen a ciertos aspectos terapéuticos en su consumo humano son como: La disminución de los niveles de colesterol (lecitina que lo reduce), cáncer, diabetes, etc. No obstante, El frijol posee un notable grado de adaptabilidad, lo que le permite crecer en diversos climas y tipos de suelo. Este hecho lo convierte en un alimento fundamental en la alimentación de muchas naciones en desarrollo. Su cultivo se extiende por aproximadamente 120 países a lo largo de los cinco continentes, con una destacada presencia en Asia, América y África. Cada año se siembran alrededor de 30 millones de hectáreas de frijol, lo que resulta en una producción de 24 millones de toneladas, de las cuales se consumen alrededor de 17 millones de toneladas (FAO, 2018).

Entre 1980 y 2000, la siembra global de esta leguminosa se mantuvo relativamente estable, con alrededor de 25.86 millones de hectáreas sembradas y un ligero aumento en su producción del 19%. Sin embargo, en el período siguiente, de 2000 a 2020, se observó un aumento gradual en la superficie cultivada, alcanzando un promedio de más de 29.5 millones de hectáreas. Durante este lapso, la producción también experimentó un incremento del 50% (SAGARPA, 2020).

La leguminosa frijol es uno de los alimentos básicos que tiene mayor importancia económica a nivel mundial, particularmente en los países con mayor desarrollo,

también esta leguminosa se considera como una fuente de proteína de mayor relevancia para los países subdesarrollados (López, 2014). Como el frijol es rico en hierro al consumirlo se reduce a un nivel muy bajo la existencia de anemia, especialmente en las mujeres durante el embarazo (Pierre, 2013). No obstante, Esta planta es vista como la principal y exclusiva fuente de proteínas para la mayoría de los habitantes de los países menos desarrollados, debido a su precio más económico por cada gramo de proteína en comparación con la carne (Guzmán-Soria *et al.*, 2019).

Por lo tanto, se estima que tiene más del doble de contenido proteico y prácticamente la misma cantidad de carbohidratos que los cereales (Mendoza-Jiménez *et al.*, 2018). Actualmente en México, esta leguminosa continúa siendo fundamental tanto por su contribución a la ocupación y los ingresos, como por su papel crucial en asegurar la disponibilidad de alimentos mediante el autoconsumo (López, 2014).

El frijol, es una leguminosa que ocupa el cuarto lugar en importancia a nivel nacional en términos de área de cultivo en México. Sin embargo, es importante destacar que está detrás del cultivo de maíz, los pastos y el sorgo en términos de superficie cultivada. Con respecto al valor de la producción primaria que se produce en este grano, ocupa la undécima posición, tomando en cuenta los cultivos cíclicos y perennes. Dada su amplia adaptabilidad y la diversidad de variedades mejoradas disponibles, esta leguminosa puede crecer en casi todas las regiones de México, independientemente de las condiciones climáticas y tipos de suelo. Además, la temperatura y la disponibilidad de agua de lluvia son factores que juegan un papel muy importante en la productividad de este cultivo, sin embargo, las áreas principales de producción experimentan escasas lluvias con un patrón de distribución impredecible (FIRA, 2016).

2.1.2. La producción de frijol a Nivel Mundial

A partir de diferentes estudios que se han realizado durante el año 2018 por Agroligne destacó que la producción de diferentes leguminosas a nivel mundial fue 80 millones de toneladas donde incluyó todas las variedades de frijol que consumen los seres humanos. En todo el mundo la producción de frijol se estima alrededor de 33.8 millones de hectáreas. Según la información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), durante los años de 2013 al 2017 la producción mundial de frijol se aumentó en promedio anual de 5.9 por ciento, para posicionar en 31.4 millones de toneladas. A partir de 2017, la gran parte de la producción mundial de esta leguminosa se encontró principalmente en seis países: India (20.3%), Myanmar (17.4%), Brasil (9.7%), Estados Unidos (5.2%), China (4.2%) y México (3.8%) (FIRA, 2019).

2.1.3. La producción de Frijol a Nivel Nacional

En 2015, la producción de frijol se tuvo principalmente en los estados de Zacatecas, Durango, Sinaloa, Chihuahua, Chiapas, San Luis Potosí y Guanajuato. Se proyecta que para el final del ciclo agrícola 2016, la producción de frijol aumente a una velocidad anual del 9.1%, alcanzando aproximadamente 1.06 millones de toneladas (FIRA, 2016). En 2018, se cosecharon alrededor de 1.6 millones de hectáreas de frijol. De este total, el 86.8% fue cultivado en condiciones de temporal, mientras que el 13.2% utilizó riego. La producción total llegó a 1.2 millones de toneladas. La mayor parte, el 72.6%, provino de cinco estados: Zacatecas (35.4%), Sinaloa (14.5%), Durango (8.8%), Chihuahua (7.2%) y Nayarit (6.7%). Los rendimientos promedio fueron de 1.7 toneladas por hectárea en sistemas de riego y 0.6 toneladas por hectárea en condiciones de temporal (FIRA, 2019). De acuerdo con Flores (2015), la cantidad de tierra dedicada al cultivo de frijol en el país fluctúa debido a la variabilidad del precio del producto en el mercado, el cual está sujeto a las fuerzas del libre mercado y a la importación ilimitada en las fronteras, lo que puede saturar el mercado nacional y disminuir la rentabilidad.

2.1.4. La producción de frijol en el estado Nuevo León

La producción de frijol representó el 0.44% de la producción agrícola total del estado y el 0.1% del valor a nivel nacional. En términos de categoría, Nuevo León se situó en el lugar 26 en términos de valor de producción, en el lugar 27 en volumen cosechado, en el lugar 24 en superficie sembrada, en el lugar 27 en precio medio rural y en el lugar 31 en productividad. A pesar de los desafíos enfrentados por este cultivo, como la gestión ineficaz de plagas, enfermedades y malezas, la escasa utilización de maquinaria especializada para la cosecha y la aplicación de agroquímicos, la deficiente fertilidad del suelo y el uso limitado de fertilizantes inorgánicos, así como la elección de variedades no adecuadas para la región, que eran propensas al estrés hídrico y a problemas de calidad en el grano, este cultivo mantuvo su importancia económica y social. Esta relevancia lo convirtió en un producto fundamental en la alimentación de la sociedad, especialmente para los grupos más vulnerables. A pesar de estas dificultades, el cultivo recibió apoyo en la política estatal. Esto fue evidente en el enfoque para mejorar las prácticas agronómicas, enfrentar retos de manejo y adaptación de variedades, y en general en la promoción de su desarrollo, como se discutió en el estudio de Maldonado *et al.* (2013).

2.1.5. La Semilla del Cultivo de Frijol

De acuerdo con Doria (2010), la semilla es la unidad de reproducción de las plantas que dependen de la reproducción sexual. La semilla contiene un embrión, que es el futuro individuo de la planta, y sustancias nutritivas que le proporcionan energía para germinar y desarrollarse. La semilla también protege al embrión de los factores ambientales adversos. Las plantas dispersan sus semillas de diversas maneras, como el viento, el agua, los animales o el hombre. De esta manera, las plantas pueden colonizar nuevos territorios y adaptarse a diferentes condiciones ambientales.

2.1.6. Producción y uso de las semillas seleccionadas

La clave principal en la producción de semillas de frijol radica en la preservación de la integridad genética de esas semillas. Para garantizar la pureza, es fundamental que los campos donde se producen las semillas se mantengan separados y en condiciones ideales. Se sugiere la creación de barreras naturales, como sembrar plantas más altas alrededor del área de producción, como el maíz (Cid *et al.*, 2014). Además, se debe utilizar exclusivamente semillas de frijol limpias y de alta calidad, preferiblemente variedades mejoradas, ya que las semillas de baja calidad darán lugar a una cosecha deficiente. En el caso de las variedades locales, se recomienda buscar en la región fuentes de semillas de alta calidad, de agricultores con buen prestigio (David, 1998).

2.2. Las principales características de la Semilla de frijol.

La eficacia del cultivo de frijol depende en gran medida de la calidad de las semillas. Para que una semilla sea considerada de alta calidad, debe poseer ciertas características específicas:

2.2.1. Forma y tamaños uniformes

Todas las semillas deben ser de la misma forma y tamaño para que germinen y se desarrollen de manera uniforme.

2.2.2. Viabilidad

La semilla debe tener un porcentaje de germinación alto (más de 85%), lo que significa que debe ser capaz de producir plántulas sanas.

2.2.3. Calidad

La semilla debe estar libre de daños físicos, agentes causales de enfermedades y/o plagas.

2.2.4. Color uniforme

El color de la semilla debe ser uniforme para que sea fácil de identificar. Los estudios han demostrado que el uso de semilla de buena calidad puede aumentar el rendimiento del cultivo en un 30%. Por lo tanto, es importante seleccionar semilla de frijol de un proveedor confiable y seguir las instrucciones de almacenamiento y siembra para garantizar la calidad de la semilla (David, 1998).

2.3. Los diferentes tipos de variedades de Frijol Cultivadas en México

En México, se producen diversos tipos de frijoles, y la elección depende de la región de cultivo. En el noroeste de México, se concentra principalmente en los tipos I y II, especialmente los dos primeros, que son adecuados para la cosecha mecánica. Los frijoles de tipo IV son sembrados en regiones montañosas utilizando métodos de cultivo de temporal, y frecuentemente se plantan junto al maíz. En México se producen una amplia gama de variedades de frijoles, abarcando desde los blancos, alubias, azufrados, canarios, bayos, pintos, ojo de cabra, flor de mayo hasta los negros. Los frijoles negros son los más cultivados, representando el 41% de la superficie total y el 35% de la producción. Le siguen en importancia las variedades de frijol pinto, con un 31% de la superficie y un 35% de la producción. La variedad Flor de mayo y junio aportan el 8% y el 6% de la producción total, respectivamente. En contraste, los frijoles azufrados tienen una cuota del 8%, mientras que los bayos solo representan un 3% de la producción nacional (Flores, 2015).

La diversidad de tipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y sus lugares de procedencia por entidad federativa en México (Flores, 2015), aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Nombres de diferentes variedades de frijol común y procedencia de diferentes estados de México.

Variedad	Procedencia
Bayo	Zacatecas
Bayo Berrendo	Jalisco
Azufrado	Zacatecas
Cacahuate	Guerrero
Canario	Zacatecas
Flor de mayo	Zacatecas
Garbancillo	Zacatecas
Negro importado	Importación
Negro Nayarit	Zacatecas
Negro Veracruz	Veracruz
Negro	Nayarit
Mayocoba	Sinaloa
Peruano	Sinaloa
Pintos	Chihuahua

2.4. Las épocas de Siembra de Frijol en México

La fecha en que se realiza la siembra ejerce un papel crucial en la productividad de los cultivos. Esta elección determina las condiciones ambientales que rodean a las plantas, como la disponibilidad de agua, la exposición a la luz, la temperatura y los nutrientes, los cuales pueden influir de manera positiva o negativa en su crecimiento y desarrollo (Carvalho *et al.*, 2018). Según investigaciones llevadas a cabo por el INIFAP-SAGARPA en 2013, se debe prestar especial atención a la temporada de siembra, dado que sembrar en momentos inapropiados limita las funciones fisiológicas de las plantas por lo que hay una alta probabilidad de tener plagas, rendimientos bajos y mayores riesgos en la producción. En México, el momento de la siembra varía según la región y depende de factores como la temperatura, la temporada de lluvias y el genotipo, dado que uno de los principales desafíos en la producción de este cultivo es la disponibilidad de agua.

En México, los períodos de cultivo se dividen en dos estaciones: primavera - verano y otoño - invierno, categorizados según el tipo de riego utilizado. La primera estación abarca desde el 1 de marzo hasta el 30 de septiembre, mientras que la segunda se extiende desde el 1 de octubre hasta el 28 de febrero (del siguiente año). Octubre es

el mes en el que se siembra la mayor cantidad de tierras en México, y marzo es el mes que registra la mayor producción, datos que se aplican al ciclo otoño-invierno. Es importante destacar que algunas variedades de cultivos son sensibles al "fotoperiodo", que se refiere a las horas de luz disponibles. Esto puede manifestarse a través de cambios en las plantas que afectan su desarrollo, como un retraso en la formación de botones florales y, en ocasiones, una menor producción de vainas, lo que impacta negativamente en el rendimiento (Cid *et al.*, 2014). En la región semiárida de Marín, Nuevo León, el período de siembra se encuentra entre el 15 de julio y el 31 de agosto (Ramírez -Treviño *et al.*, 2018).

2.5. Sistema de siembra del cultivo de frijol en México

En México, se emplean diversos métodos de siembra, dependiendo de si se trata de cultivos de temporal o bajo riego, y del tipo de frijol que se cultiva. En las siembras de temporal, la elección de si utilizar soportes o no, así como el momento de siembra, varía según la variedad de frijol. En particular, en las regiones del centro y sur de México, es común intercalar la siembra de variedades del grupo IV con maíz. En este caso, el frijol se planta en las etapas finales del ciclo del maíz, aprovechando el tallo de este último como soporte para las plantas de frijol. En cambio, en las siembras bajo riego, se implementa un enfoque más tecnológico y se suelen utilizar variedades de frijol de tipo mata, semiguía y guía (tipos I, II y III) (Padilla y Ortega 2015).

La distancia entre los surcos al sembrar frijol dependerá principalmente de la disponibilidad de maquinaria y del tipo de frijol. Para los frijoles de mata, la separación entre surcos puede variar entre 60 y 80 cm si se siembran en una sola hilera o en camas de 100 cm si se siembran en doble hilera, con una separación de 35 a 40 cm entre las hileras. En el caso de los frijoles de guía y semiguía, se recomienda una separación mayor entre los surcos, siendo más común utilizar distancias de 75 a 80 cm entre surcos en una sola hilera (Osuna-Ceja *et al.*, 2011).

Durante la temporada de siembras de P-V, es posible disminuir la separación entre los surcos o las hileras debido a una mejor respuesta de las plantas en comparación con

las siembras de O-I. La cantidad de plantas por hectárea puede variar entre 40,000 y 200,000, dependiendo del método de siembra, el tipo de frijol y la fecha de siembra. La cantidad de semillas puede variar de 40 a 120 kg ha⁻¹, lo cual, en gran medida, se determina por el tamaño de las semillas. En la mayoría de los casos, se recomienda depositar entre 16 y 25 semillas por metro (Rodríguez-Cota *et al.*, 2017).

2.6. Etapas del Desarrollo del Cultivo de Frijol

En términos generales, se pueden identificar dos etapas consecutivas en el proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. La duración de cada una de estas etapas está influenciada por diversos factores, como el patrón de crecimiento, las condiciones climáticas, la composición del suelo y la genética, entre otros (FAO, 2018). Las diez fases del proceso de cultivo biológico de frijol se dividen en dos categorías principales: cinco etapas de desarrollo vegetativo, que abarcan la germinación (V0), emergencia (V1), hojas primarias (V2), primera hoja trifoliada (V3) y tercera hoja trifoliada; y cinco etapas de desarrollo reproductivo, que comprenden la prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y maduración (R9) (INTA, 2019).

2.7. Los diferentes hábitos de Crecimiento del cultivo frijol

Los cinco patrones de desarrollo del frijol fueron identificados por Parsons (2010) (Figura 1):

Tipo I. Se distingue por la presencia de plantas que florecen tempranamente, con un reducido número de nudos, entre cinco y diez, y muestran brotes e inflorescencias reproductivas terminales (determinadas). Estas plantas son erectas y suelen producir granos de tamaño considerable, aunque con un rendimiento bajo.

Tipo II. Son plantas de 11 a 14 nudos que crecen de forma vertical, con un patrón de crecimiento indeterminado. Tienen vainas, aunque sus granos son diminutos, y presentan una guía en el tallo que favorece un rendimiento superior.

Tipo III. Se caracteriza por contar con plantas que muestran entre 12 y 16 nudos con una variedad de colores y dimensiones. El período de crecimiento de la planta va desde un punto intermedio hasta tardío.

Tipo IV. Son plantas que forman enredaderas de distintos colores que cuentan entre 14 y 18 nudos. Presentan un rendimiento muy elevado y su ciclo de crecimiento es prolongado

Tipo V. Se caracteriza por la presencia de plantas con un número de nudos que varía entre 16 y 30. Estas plantas pertenecen a un ciclo de desarrollo tardío y exhiben un elevado potencial de rendimiento, aunque su producción de granos es limitada en ausencia de un respaldo adecuado.

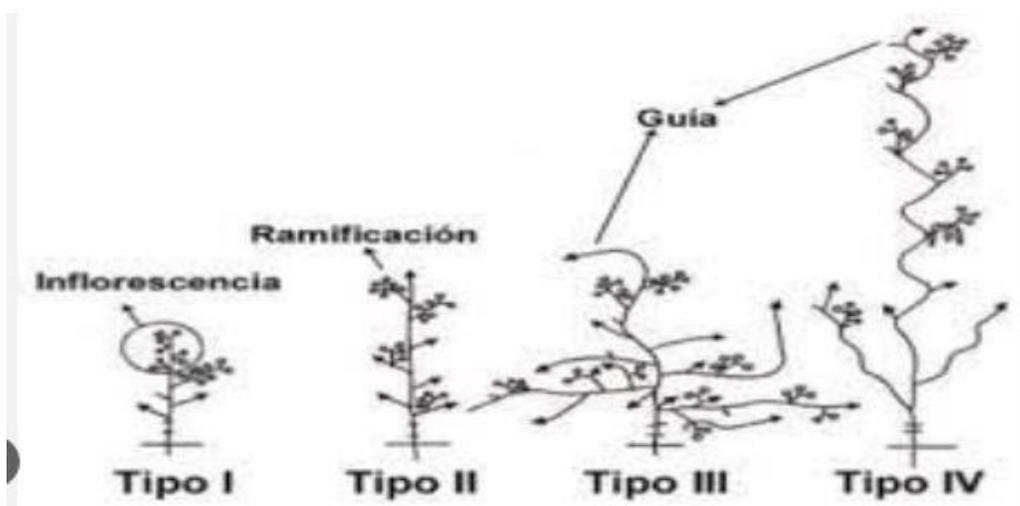


Figura 1 Clasificación de los tipos de frijol en base al hábito de crecimiento del tallo principal.

2.8. Condiciones Edafoclimáticas del Cultivo de Frijol

2.8.1. Suelo

El frijol prospera en los suelos que son livianos y que tienen un buen drenaje, que pueden ir desde una textura franca a ligeramente arenosa, aunque también puede crecer en suelos francos con algo de arcilla (Parsons, 2010). El rango óptimo de pH para el suelo oscila entre 6.5 y 7.5, dentro de este intervalo, los nutrientes del suelo están mayormente disponibles. Aunque también pueden prosperar en áreas con un pH de 4.5 a 5.5 (SAGARPA, 2016).

2.8.2. Temperatura

La temperatura adecuada para esta especie oscila entre 10°C y 30°C, siendo más favorable para su desarrollo entre 16°C y 24°C. Asimismo, la temperatura óptima para el proceso de germinación se sitúa en un rango de 16°C a 29°C. Las temperaturas elevadas ocasionan la desprendimiento o pérdida de los órganos reproductivos, disminuyendo la productividad, mientras que las temperaturas bajas ralentizan el desarrollo. Exposiciones extremas a temperaturas inferiores a -5°C o superiores a 40°C posiblemente puedan causar daños permanentes. Durante las siembras de otoño-invierno, las condiciones ideales para el crecimiento del cultivo de frijol se sitúan entre los 20°C y 28°C en términos de temperaturas mensuales promedio. A pesar de esto, la planta puede tolerar fluctuaciones extremas, soportando desde 12°C hasta 35°C, siempre y cuando no se prolonguen en el tiempo, el frijol es intolerante a heladas (Da Silva, 2017).

2.8.3. Luz

La intensidad lumínica desempeña un papel crucial en el desarrollo del cultivo de frijol, influyendo en la fotosíntesis y teniendo efectos En los procesos de desarrollo y forma de la planta, influenciados por la duración del día y la noche. El frijol se caracteriza como una planta que prospera en días cortos, y cuando se encuentra fuera de este intervalo, puede dar lugar a elongaciones atípicas (CENTA, 2008).

2.9. Manejo el sistema de riego en la producción del cultivo de frijol

La práctica esencial para obtener rendimientos elevados y mejorar la calidad del grano en el cultivo de frijol es el riego. Las leguminosas son particularmente sensibles tanto a la falta como al exceso de agua. Las etapas críticas, identificadas como aquellas más susceptibles a la falta de agua, incluyen el desarrollo vegetativo, la prefloración y el llenado de vainas. Para lograr un riego sostenible, es crucial tener en cuenta tanto los aspectos ambientales como los económicos. Los resultados obtenidos al aplicar el riego de manera regular demostraron cumplir con los requerimientos de agua para el cultivo de frijol mediante la aplicación de 14 riegos, con un consumo total de agua de 2,517.72 metros cúbicos por hectárea. Garantizar un aprovisionamiento suficiente de agua emerge como un elemento crucial para lograr un rendimiento óptimo durante la cosecha de frijol (González-Cueto *et al.*, 2017).

2.10. Los principales factores que Influyen en la Producción de cultivo frijol

La producción de frijol experimenta una disminución de hasta un 50% debido a diversos factores, entre los cuales se incluyen la aplicación indiscriminada de agroquímicos, la sequía, las plagas y las enfermedades. Las principales limitaciones identificadas en la literatura respecto a la producción comprenden prácticas agronómicas inadecuadas la escasez de nutrientes en el suelo, la falta de variedades mejoradas, la falta de agua, la competencia de malezas y los efectos adversos de patógenos como hongos, bacterias, virus e insectos representan desafíos significativos para el cultivo (Tofiño-Rivera *et al.*, 2016).

2.11. Nutrientes Minerales (N, P, K)

En el ámbito agrícola, se destaca la importancia de los nutrientes esenciales N, P y K en la alimentación de las plantas (Hu *et al.*, 2016), Tienen una relevancia crucial en el desarrollo y crecimiento de las plantas. El nitrógeno (N) desempeña un papel esencial en aspectos como el crecimiento, la fotosíntesis, la síntesis de clorofila y la formación

de proteínas, entre otros compuestos fundamentales para el desarrollo de la planta. Por su parte, el fósforo (P) es un componente esencial de los compuestos responsables del transporte de energía, participa en procesos metabólicos y en la respiración y fotosíntesis, además de formar parte del ADN, del material genético de la planta (INTAGRI, 2017). El potasio (K) desempeña un papel crucial en la producción de azúcares de reserva, siendo responsable de mantener la permeabilidad de las membranas celulares. Además, participa en la activación de diversas enzimas, influyendo en la síntesis molecular y en la transferencia de energía. Asimismo, favorece la absorción de nitratos por parte de la planta y estimula la síntesis de proteínas. Al reducir la velocidad de ciertos procesos, contribuye a prevenir golpes de calor y, por ende, la desecación (INTAGRI, 2017).

2.12. La sequía

Uno de los principales desafíos en el cultivo de frijol radica en su susceptibilidad a la disponibilidad de agua. En situaciones de cultivo a cielo abierto, su rendimiento se ve particularmente afectado durante el ciclo inicial de primavera-verano debido a la presencia de sequías. A nivel global, se ha observado que la sequía tiene el potencial de disminuir la producción de frijol hasta en un 60%, siendo un fenómeno común en todo el mundo (Prieto-Cornejo *et al.*, 2019).

En los países productores de cultivo frijol, especialmente México, las condiciones climáticas tienen un impacto significativo en el desarrollo y la productividad de este cultivo, principalmente en el entorno con precipitación irregular. La falta de lluvias, específicamente, conduce a una disminución en la producción de granos, biomasa aérea, cantidad de vainas normales y número de semillas normales. Es importante señalar que el 86.4% de la producción de frijol en México se realiza en condiciones de lluvia natural (Romero-Feliz *et al.*, 2018).

2.13. La cosecha del cultivo frijol

La recolección del frijol comienza cuando la humedad de la semilla alcanza alrededor del 25%, momento en el que la mayoría de las plantas adquieren un tono amarillento y aproximadamente el 90% de las vainas cambian a un color café claro. Durante este período, denominado madurez fisiológica, que se produce aproximadamente entre los 115 y 125 días después de la siembra en otoño-invierno, y entre los 105 y 115 días en primavera-verano, es viable proceder con la cosecha de las plantas para su posterior secado. Este corte puede realizarse manualmente en áreas pequeñas o con maquinaria en áreas más extensas. Cuando se realiza manualmente, es recomendable dejar estacas de dos surcos colocando la raíz hacia arriba con el fin de mejorar el proceso de secado de las hojas (Carneiro *et al.*, 2019).

2.14. Rendimiento del frijol

El desempeño agrícola se describe como la producción de cultivos por unidad de área de tierra cultivable, como en el caso de maíz, granos, legumbres y cereales, y puede expresarse en términos de peso, ya sea en kilogramos o toneladas por hectárea. A veces se utiliza indistintamente con el término producción agrícola (Ramírez y Suris, 2020).

2.15. Importancia de las Malezas en la agricultura

Cada año, a nivel global en la agricultura, las malas hierbas producen importantes pérdidas. En los países más desarrollados, estas pérdidas se han estimado en más de 125 millones de toneladas de alimentos anualmente. Esta cantidad sería suficiente para alimentar a más de 250 millones de personas. Estas pérdidas se derivan de los efectos perjudiciales que las malas hierbas causan directa o indirectamente, impactando en diversos aspectos de la producción agropecuaria y aumentando los costos de producción. La presencia de malezas en los cultivos, especialmente en el caso del frijol, resulta en una reducción significativa tanto en la cantidad como en la calidad de las materias primas cosechadas. Esto se debe a que las malas hierbas compiten por recursos esenciales como: nutrientes, agua, luz, oxígeno y dióxido de

carbono, así como por espacio. Esta competencia lleva a una disminución en el rendimiento y la calidad de las plantas cultivadas (Wang *et. al*, 2019).

Una de las interpretaciones más precisas de maleza, se refiere a una planta que crece en una ubicación inapropiada; esta noción surge porque hay malezas medicinales empleadas en la industria, así como plantas ornamentales y comestibles. De manera inversa, podemos identificar especies cultivadas que podrían transformarse en hierbas no deseadas (Booth *et al.*, 2003).

Las malas hierbas tienen su origen en tres fuentes distintas:

- Especies silvestres colonizadoras que muestran una notable capacidad de adaptación a una amplia variedad de entornos, favoreciendo la hibridación entre especies silvestres y domesticadas.
- Cruce entre variedades de plantas que han sido adaptadas a la vida salvaje y otras que han sido criadas en entornos controlados.
- Variedades desarrolladas y elegidas en un entorno con una menor influencia humana

Estas variedades de plantas que crecen tanto en zonas de cultivo como en áreas no cultivadas son clasificadas como hierbas no deseadas, vegetación arvense o plantas indeseables (Benítez, 2014)

2.16. Pérdidas ocasionadas por malezas

Las plantas no deseadas conocidas como malezas tienen un impacto negativo, ya que cuando crecen fuera de su entorno natural, actúan como anfitrionas para insectos y patógenos perjudiciales. Estos elementos pueden causar daños significativos al afectar a las plantas que se cultivan. Además, los fluidos liberados por las raíces y hojas de las malezas resultan tóxicos para las plantas cultivadas. Estas malezas también dificultan la cosecha y generan costos adicionales para llevar a cabo estas operaciones. De hecho, en el momento de la cosecha, las semillas de las malezas contaminan la producción cosechada. En consecuencia, la presencia de malezas en áreas destinadas al cultivo disminuye la eficacia de la fertilización y el riego. Esto a su vez propicia el aumento en la densidad de otras plagas, lo que en última instancia

conduce a una reducción en los rendimientos agrícolas y una disminución significativa de la calidad de las materias primas producidas (Atwood y Paisley-Jones, 2017).

Las pérdidas causadas por las malezas se dividen en dos categorías: directas e indirectas. Las pérdidas directas provienen de la competencia de las malezas por recursos como nutrientes, luz solar y agua. Se estima que estas pérdidas representan entre un 10% y un 15% de la producción agrícola en la región Babahoyo (Ecuador). Por otro lado, las pérdidas indirectas, que afectan alrededor del 3% de la producción, resultan de la reducción de la eficiencia de las cosechadoras debido a la presencia y la interacción compleja entre las hierbas no deseadas, los cultivos, las condiciones climáticas y el suelo son importantes y cambian considerablemente en el momento de la cosecha (Cabero, 2020).

2.17. Periodo crítico de competencia

El periodo crítico de competencia se define como un lapso a lo largo del tiempo durante el cual, la existencia conjunta de las plantas no deseadas y el cultivo establecido da como resultado el tener una disminución importante en el rendimiento del cultivo, comparado con lo que el cultivo podría producir sin esas plantas indeseables. Comprender cuándo ocurre este período crítico permite identificar el momento ideal para llevar a cabo las acciones de manejo de malezas (Savković *et al.*, 2019).

Las plantas cultivadas enfrentan su mayor amenaza por parte de las malas hierbas durante ciertas etapas de su desarrollo. Durante estos momentos clave, es crucial implementar medidas de control. Si las malas hierbas aparecen en fases más avanzadas del crecimiento de los cultivos, generalmente causan daños menos significativos. En la agricultura convencional, conocer este "período crítico" permite al agricultor utilizar sus recursos limitados de manera más eficiente, lo que resulta en ahorro de tiempo y reducción de costos relacionados con la gestión de control de malas hierbas (Toledo y Cruz, 2019). Si la infestación observada consiste en su mayoría de una única especie, lo recomendable sería emplear el criterio del umbral

económico. Esto se refiere a determinar la densidad de población de esa especie vegetal que afecta significativamente al cultivo, justificando así la implementación de medidas para controlarla. Los umbrales económicos también son pertinentes en zonas donde se emplean herbicidas a gran escala, ya que su uso suele resultar en el desarrollo de especies que son tolerantes o resistentes a los herbicidas, lo que a su vez requiere la aplicación adicional de herbicidas después de la emergencia de las plantas (Abbas *et al.*, 2017).

2.17.1. Competencia entre cultivos y malezas

La rivalidad directa entre cultivos y malezas se da debido a la disputa por recursos que a menudo son escasos, como nutrientes, agua, luz y espacio. Además, existe una competencia indirecta causada por la liberación y producción de sustancias alelopáticas. En términos generales, las malezas tienden a estar mejor adaptadas a los agroecosistemas que los cultivos. Esta competencia se manifiesta a través de cambios en el crecimiento y desarrollo tanto de los cultivos como de las malezas (Shreshtha *et al.*, 2017).

2.17.2. Competencia por sustancias nutritivas

Las malezas, debido a su notable capacidad de adaptación a diversos entornos, compiten de manera más eficiente con los cultivos por recursos como nutrientes, agua, luz y espacio. Esto afecta considerablemente la producción agrícola, resultando en pérdidas económicas al dificultar las tareas agrícolas. Además, actúan como huéspedes de insectos plaga que transmiten enfermedades. Por lo tanto, es crucial decidir sobre el manejo de malezas al inicio del ciclo de cultivo, antes de que estas alcancen su crecimiento total. Detectar las plántulas de malezas en una etapa temprana es crucial para llevar a cabo un control eficaz (Rodríguez *et al.*, 2019).

2.17.3. Competencia por agua y luz

La toma de agua desde el suelo causa una disminución en la cantidad de agua alrededor de las raíces de los cultivos de frijol, creando un cambio gradual. La forma en que el agua se desplaza en el suelo, así como la región afectada por esta disminución y el gradiente, puede extenderse hasta unos 24 cm desde una raíz activa. La magnitud de la competencia por el agua está influenciada por las precipitaciones y su distribución, lo que determina que tan fuertes, cuánto tiempo y cuándo las malezas pueden causar una falta de agua para los cultivos (López-Caamal *et al.*, 2018).

Las malezas aumentan la pérdida de agua por evaporación y transpiración en su totalidad, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento. Esto conlleva a una disminución en el tamaño de las hojas, el desarrollo general y la producción de los cultivos cuando enfrentan escasez de agua. En el caso del cultivo de frijol, cuando la cantidad de agua que el cultivo pierde por evapotranspiración supera la cantidad de agua recibida en forma de precipitación, la presencia de malezas disminuye la cantidad de agua disponible en el suelo para el cultivo. Este efecto es particularmente problemático durante el período crítico en el que se determina el rendimiento de los cultivos (Romo-Asunción *et al.*, 2016).

Con respecto a la luz, la velocidad a la que los cultivos crecen depende de la cantidad de radiación que reciben. Cuando hay más agua y nutrientes disponibles, el crecimiento de los cultivos en un entorno con malezas está influenciado por la cantidad de luz que las hojas de las malezas pueden obtener de varias fuentes, lo cual se convierte en el principal factor de competencia (Jiménez *et al.*, 2017).

Por lo general, la relación entre el área foliar del cultivo y la maleza se ve influenciada por factores clave: como el ángulo de inserción de las hojas y las alturas relativas de las especies vegetales. Estos factores desempeñan un papel esencial en la lucha competitiva entre los cultivos y las malezas por la luz solar. Los cultivos a menudo demuestran habilidades en su competencia por la luz, especialmente frente a ciertas especies de malezas. Estas malezas pueden provocar cambios en el entorno, lo que a

su vez aumentaría las posibilidades de supervivencia de las plantas que se encuentran en la sombra. Además, este proceso contribuye a un aumento en la captación de radiación solar (Wille *et al.*, 2019).

2.17.4. Alelopatía

La alelopatía se trata del conjunto de pasos que un sistema sigue para producir metabolitos secundarios sintetizados por plantas, algas, bacterias y hongos. Estos metabolitos influyen en el desarrollo y crecimiento de estructuras biológicas y agrícolas, desempeñando roles tales como repeler, atraer, estimular e inhibir el crecimiento de las plantas que están siendo cultivadas (Ojeda, W., 2018).

Además, las conexiones bioquímicas entre distintas plantas, incluyendo microorganismos, contribuyen a la creación de compuestos químicos. De hecho, las relaciones bioquímicas tienen la capacidad de actuar como inhibidores o estimulantes. Estas interacciones desempeñan un papel crucial en los ecosistemas naturales y otros sistemas con algún tipo de funcionamiento, ya que influyen en los procesos de sucesión, composición, estructura y dinámica de las comunidades de plantas autóctonas o cultivadas (Farías, 2019).

2.18. Las características de las malezas

Desde la perspectiva de la agricultura, las malezas engloban a todas las especies que comúnmente obstaculizan las características deseadas, ya que tienen habilidades que les permiten aumentar la germinación en diversas condiciones. A pesar de tener la ventaja de surgir sin intervención, reproducirse, crecer y prosperar, su capacidad constante y elevada de producir semillas les posibilita esparcirse en distancias cortas y largas (Mamani, 2019).

Durante un período de tiempo, el suelo exhibe la capacidad de impedir el crecimiento de otras plantas, mientras que algunas malezas desarrollan una química llamada alelopatía que inhibe el crecimiento de plantas cercanas. Sin embargo, estas malezas

atraen insectos dañinos y prosperan en condiciones desfavorables, como suelos dañados, áreas ventosas, llanuras inundadas, deltas, orillas de ríos y lugares que han sufrido incendios periódicos. Además, tienen la capacidad de sobrevivir en áreas modificadas por la actividad humana, como campos agrícolas, llanuras y áreas cercanas a construcciones y caminos (Sarduy, 2016).

2.19. Clasificación de malezas o plantas no cultivadas

Aunque existen múltiples métodos de clasificación que se basan en diversas características, como las botánicas, fisiológicas, morfológicas y otras, desde una perspectiva de producción es esencial destacar la variación en los tipos de malezas herbáceas según su ciclo de vida. Esto se debe a que la mayoría de los cultivos comparten sus recursos, como espacio, agua y nutrientes, con estas especies herbáceas espontáneas, es decir, aquellas cuyos tallos no desarrollan tejidos leñosos y, en cambio, permanecen tiernos, flexibles y suculentos. En regiones de clima templado, podemos identificar tres categorías generales de malezas herbáceas: las anuales, las bienales y las perennes (Huillcas Sullcaray, 2016).

2.19.1. Malezas anuales

Las malezas anuales son aquellas que llevan a cabo todo su proceso vital, desde la germinación hasta la producción de semillas, en un solo período de crecimiento, que puede oscilar entre aproximadamente 30 días y varios meses, dependiendo de la especie. Estas plantas se multiplican exclusivamente a través de semillas, las cuales son generadas en cantidades significativas. Además, se destacan como las malezas más prevalentes en terrenos agrícolas y son una constante en suelos que han sufrido perturbaciones significativas (Requena, 2016).

Las malezas que aparecen durante la primavera y el verano como parte de su ciclo anual no resisten las bajas temperaturas. Las plantas brotan en primavera, crecen durante la primavera y el verano, generan semillas y completan su ciclo hacia el otoño o el inicio del invierno, según las condiciones de temperatura. Estas especies abarcan la pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), los hualcachos (*Echinochloa* spp) y el

duraznillo (*Polygonum persicaria*). Además, pueden ser clasificadas en dos grupos según el tipo de hoja que poseen: las malezas de hojas anchas (o latifoliadas) y las de hojas estrechas, que son gramíneas (*Poaceae*). Ambas categorías cuentan con semillas para su reproducción y pueden ser controladas eficazmente al ser cortadas en sus etapas tempranas de desarrollo (Dolores y Aldana, 2017).

Sin embargo, la respuesta al proceso de corte varía en estos dos tipos de plantas. Las plantas de hojas anchas sus puntos de crecimiento son visibles en la superficie, a diferencia de las gramíneas cuyo punto de crecimiento que se encuentra parcialmente resguardado en la base de la planta, lo que les permite regenerarse en las primeras etapas de crecimiento y posteriormente desarrollar su tallo principal hacia arriba. Esto facilita su manejo mediante cortes. Sin embargo, en condiciones óptimas de humedad, las gramíneas pueden generar nuevos brotes desde la base (Silva, 2012).

2.19.2. Malezas bienales

Las plantas invasoras que se desarrollan durante dos temporadas son necesarias para cumplir su ciclo completo, desde la germinación hasta la producción de semillas. Comienzan su ciclo con una fase de crecimiento vegetativo, pasando por la etapa de roseta en la que se desarrollan como una agrupación basal de hojas. La emisión del tallo floral ocurre solo en la segunda temporada, después de que hayan acumulado suficientes horas de frío necesarias para este proceso. En regiones donde las temperaturas frías llegan temprano, algunas de estas malezas bienales pueden cumplir con sus requerimientos de horas de frío en la primera temporada, lo que las lleva a actuar como plantas anuales en lugar de bienales, estas plantas se denominan bienales facultativas (Rosales y Medina, 2011).

Una vez que entran en la fase de crecimiento reproductivo y comienzan a producir tallos florales, estos tallos pueden volver a crecer si se cortan. Esto se debe a que el punto de crecimiento se encuentra bajo la agrupación de hojas en forma de roseta. Sin embargo, dependiendo de las condiciones ambientales, los tallos regenerados serán más cortos y producirán menos semillas. Algunos ejemplos de estas malezas

bienales incluyen la zanahoria silvestre (*Daucus carota*), la hierba azul (*Echium vulgare* y *E. plantagineum*) y la cicuta (*Conium maculatum*) (Aleján, 2016).

2.19.3. Malezas perennes o plurianuales

Las plantas invasoras perennes o de varios años son aquellas que pueden o no llevar a cabo todo su ciclo de reproducción, desde la germinación hasta la producción de semillas, en un solo periodo estacional, pero luego tienen la capacidad de repetir este ciclo indefinidamente a partir de propágulos vegetativos. En esta categoría se distinguen dos subtipos de perennes (Villegas *et al.*, 2004).

El primero, denominado "Perennes simples", se reproduce principalmente a través de semillas, pero también tiene la capacidad de rebrotar a partir de su raíz (corona). Si el sistema radicular pivotante sufre daños o es cortado en fragmentos, cada trozo de raíz puede generar una nueva planta. Ejemplos de estas especies son: El diente de león (*Taraxacum officinale*), las siete venas (*Plantago lanceolata*) y la galega (*Galega officinalis*). En cambio, las "Perennes complejas" o "vivaces" se propagan tanto por semillas como asexualmente mediante propágulos vegetativos que generan plantas independientes y genéticamente idénticas (Álvarez, 2020).

2.20. La clasificación Botánica de las malezas

Esta forma de categorización nos brinda la capacidad de reconocer una planta según su estructura y organizarlas en categorías que incluyen familias, géneros y especies. Para nombrar una planta, se emplean dos palabras en latín: la primera representa el género y la segunda identifica la especie. Este sistema de clasificación es de alcance global y previene malentendidos al usar nombres locales variados en diversas áreas (Benítez *et al.*, 2006).

2.20.1. Clasificación Morfológica

Esta categorización se lleva a cabo según la estructura de su hoja y se separan en:

2.20.1.1. Monocotiledóneas de la familia gramínea

Esta familia se caracteriza por mostrar una hoja inicial estrecha y dispuesta de manera alternada junto a tallos cilíndricos. Su sistema de raíces es fibroso. Dentro de esta categoría se encuentran los zacates y las gramas (Stagnari y Pisante, 2010).

2.20.1.2. Monocotiledóneas de la familia ciperácea

Muestran características similares a las del zacate, salvo que tienen tallos triangulares sin nudos, y sus hojas crecen en forma de roseta desde la base del tallo.

2.20.1.3. Dicotiledóneas

Muestran hojas de gran tamaño que poseen venas, junto con dos hojas iniciales o embrionarias, con una raíz que crece hacia abajo, pudiendo ser plantas trepadoras, rastreras de naturaleza herbácea o parcialmente leñosa (González, 1999).

2.21. Métodos de control de malezas

2.21.1. Control mecánico

El enfoque mecánico para el manejo de las malas hierbas se centra en los impactos generados por la maquinaria y el equipo agrícola en la vegetación indeseada. Una adecuada preparación del suelo posibilita que el cultivo previsto emerja con escasas malas hierbas, reduciendo así la competencia por nutrientes, agua y luz. Llevar a cabo regularmente tareas como el rastrillado, el uso de herramientas de cultivo o las labores de aporque es fundamental para mantener bajo control el crecimiento de las malas hierbas. Un manejo mecánico efectivo implica llevar a cabo estas labores en el momento preciso en que se detecta la emergencia de las malas hierbas. (Pardo *et al*; 2008).

2.21.2. Control físico

En los últimos años, se ha destacado una opción significativa en la gestión de control malezas, centrada en métodos físicos. Este enfoque implica la aplicación de diversas prácticas que generan calor, como la implementación de plásticos transparentes durante las estaciones más cálidas para elevar las temperaturas y eliminar las malezas en su estado de dormancia, conocido como solarización. Además, se contempla la utilización de coberturas de plástico con el fin de evitar que las malas hierbas crezcan y se reproduzcan en los campos de cultivo, así como el empleo de coberturas vegetales, ya sean vivas o muertas, con el fin de controlar las malezas. Antes de la implementación del acolchado con plástico, es esencial verificar tanto su eficacia técnica como su viabilidad económica. El empleo generalizado de plásticos en vastas superficies de tierra requiere de maquinaria tanto para la instalación del material como para su posterior remoción una vez que finaliza su utilidad en la agricultura, con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental (FAO, 2016).

2.21.3. Control biológico

Se denomina control biológico de malezas a la estrategia que se fundamenta en la utilización de enemigos naturales específicos para regular la presencia de malezas en un cultivo. En lo que respecta a las hierbas indeseadas, se han documentado informes sobre plantas que ejercen alelopatía, así como la intervención de insectos, hongos y bacterias que afectan el desarrollo de estas malezas (Roblero, 2015).

Los metabolitos secundarios se distinguen de los metabolitos primarios debido a su presencia no universal en todas las plantas, y aquellas que contienen estos metabolitos secundarios tienden a resultar tóxicas para otras especies vegetales. Estos metabolitos, también conocidos como compuestos alelopáticos, son moléculas aleloquímicas que ejercen una acción inhibitoria sobre la germinación, desarrollo de raíces, floración, y otras funciones en plantas vecinas. Entre estos compuestos aleloquímicos se incluyen fenoles, terpenoides, compuestos nitrogenados, entre otros, los cuales suelen estar distribuidos en diversos tejidos u órganos de las plantas,

dependiendo de la especie. En muchos casos, estos compuestos se encuentran combinados con otras sustancias, volviéndose inofensivos para las plantas que los producen. Familias como *Lamiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, entre otras, han sido identificadas como portadoras de estos compuestos (Roblero, 2015).

Rodríguez *et al.* (2014) investigaron el impacto alelopático del extracto acuoso obtenido de las hojas de *Helianthus annuus* en la germinación y desarrollo de plántulas de *Setaria unguiculata*, conocida como "rabo de zorro", y *Chenopodium murale*, también llamada "hierba del gallinazo". Los resultados revelaron que, en el caso de *S. unguiculata*, el extracto concentrado al 100% tuvo un efecto importante de inhibición en la germinación, así como en el desarrollo de la raíz y el hipocótilo. En cuanto a *Ch. murale*, las concentraciones del 50% y 100% del extracto provocaron una reducción significativa tanto en el porcentaje de germinación como en la longitud de la raíz y el hipocótilo.

2.21.4. Control químico

El control químico se refiere al uso de sustancias químicas para gestionar o eliminar organismos no deseados, como insectos, malezas, hongos, bacterias u otros organismos capaces de ocasionar perjuicios a los cultivos, animales, estructuras o al medio ambiente en general (Medici, 2016).

3.0. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del establecimiento del experimento

Esta investigación fue realizada en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la UANL, Campus Marín, que se encuentra en la carretera Zuazua-Marín, específicamente en el kilómetro 17.5 del Municipio de Marín, Nuevo León. Este lugar está situado a una altitud de 375 metros sobre el nivel del mar y tiene coordenadas geográficas de 25° 53' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste (INEGI, 2017). La temperatura promedio anual en esta ubicación es de 22°C, y la precipitación anual promedio es de 573 mm (INAFED, 2009). La superficie total del experimento abarcó 630.4 m², con dimensiones de 16 m de largo y 39.4 m de ancho. Un pasillo de 1m de ancho como separación entre los bloques.

3.2. Análisis del suelo para determinar niveles de factores edáficos químicos y físicos

El día 10 de marzo del 2023 fueron recolectadas las muestras del suelo en el campo experimental Marín en el lugar donde se realizó el experimento. La toma del suelo se realizó en dos tomas de muestras: la primera de 0-30 cm y la segunda 30-60 cm de profundidad, para llevarlas al laboratorio de Análisis de suelos de la FAUANL el día 24 de marzo 2023, para conocer cuál era el estado físico-químico de los suelos, determinando los macro y micronutrientes, el pH, el contenido de M.O., esto comprendió: Reacción del suelo (pH), método 1:2 en agua; materia orgánica por el método de Walkley y Black, el método Micro Kjeldahl para nitrógeno, método de Olsen modificado para fósforo y absorción atómica para potasio.

3.3. Procedimientos para el análisis de suelos.

Las muestras se tamizaron y se pesaron 60 g de cada muestra para determinar la textura del suelo por el método de Bouyoucos. Como siguiente paso se pesaron 200 g de cada muestra para determinar la conductividad eléctrica, agregando 40 ml agua oxigenada y 50 ml de Hexa meta fosfato de sodio en cada muestra.

3.3.1. Determinación de nitrógeno, fosforo, potasio y materia orgánica del suelo (Métodos)

Los métodos utilizados para determinar los macronutrientes: para nitrógeno se utilizó Micro Kjeldahl, para fósforo Olsen modificado.

3.3.2. Nitrógeno

Para determinar nitrógeno se utilizó 1 g de suelo, 1 g de Sulfato de potasio, 1 g de Sulfato de cobre, 3.5 ml de ácido Sulfúrico concentrado, Digestor micro KJELDAHL, 30 ml Ácido Bórico al 4%, indicador rojo de metilo verde de bromocresol y 20 ml hidróxido de sodio.

3.3.3. Fósforo

Para determinar P se utilizó 10 gr de suelo, 8 ml cloruro de estánoslo, 1 litro de agua y 25 ml de molibdato de amonio.

3.3.4. Potasio

Este elemento se determinó utilizando los siguientes equipos y reactivos: Tamiz de 2 mm de diámetro; frascos de extracción de 50 ml con tapones; agitador mecánico de 180 oscilaciones por minuto; filtro de embudo de 11 cm; espectrofotómetro de absorción atómica; balanza analítica para pesaje de muestra; solución extractora de acetato de amonio; 57 ml de ácido acético glacial y HCl.

3.3.5. Materia Orgánica

La M.O. se determinó usando: 1 gr de suelo, cromato de potasio, ácido sulfúrico concentrado, ácido fosfórico, difenil amina de sulfato de bario y sulfato ferroso.

3.3.6. Análisis físico químico del suelo

Según los resultados, la capa de suelo que va desde 0 a 30 centímetros de profundidad se caracteriza por tener una textura arcillosa y la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis físico- químico del suelo con profundidad (0-30cm).

Parámetro	Datos	Unidad de medida
Densidad aparente	4.1	g/cm ³
pH	8.2	
CE	3.7	mS/cm
Textura	Arcilla	
MO	1.76	%
N	0.13	%
P	62.60	ppm
K	0.41	Meq/100 gr

3.3.7. Análisis físico químico del suelo

Según los resultados, en una profundidad de 30-60 cm, el suelo se clasifica como arcilloso y contiene carbonatos y bicarbonatos. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis físico- químico del suelo con profundidad de 30-60 cm.

Parámetro	Datos	Unidad de medida
pH	8.6	
CE	4.5	mS/cm
Textura	Arcilla	
MO	1.64	%
N	0.12	%
P	62.43	ppm
K	0.33	Meq/100 gr

3.3.8. Condición química del suelo

El análisis químico de suelo de ambas muestras a profundidad de 0- 30 cm y de 30 – 60 cm muestra que el N se encontró medianamente pobre y el P y K, se encontraron en niveles óptimos en el suelo y la materia orgánica se encuentra en una condición baja. Por otro lado, el pH se encontró alcalino, asimismo la conductividad eléctrica se encontró ligeramente salino para la muestra de (0-30 cm) y medianamente salino para la muestra de (30- 60 cm), lo que puede afectar la disponibilidad de los nutrientes para un buen desarrollo del cultivo de frijol.

3.4. MANEJO DEL ENSAYO

3.4.1. Métodos de Fitotecnia

En el área del experimento se realizaron todas las actividades agrícolas requeridas en el momento oportuno para asegurar un adecuado crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo durante la ejecución del ensayo.

3.4.2. Preparación de suelos y método de siembra

Para el establecimiento del cultivo de frijol en dicha área, el 26 de julio 2023 se realizó una preparación de suelos con un paso de arado o roturación a una profundidad de 30 cm, posteriormente se realizaron dos pasos de rastra para mullir bien la tierra.

3.4.3. Método de siembra

Para establecer el cultivo, se utilizó hilo y estacas en el campo para delimitar los puntos de las parcelas que formaron parte del experimento. La siembra se llevó a cabo manualmente en hileras simples, depositando las semillas de manera continua. Cada unidad experimental consistió en tres surcos de tres metros de longitud con una alta densidad de siembra. Una vez que las plantas emergieron, se realizó un aclareo para asegurar que quedaran a una distancia de 80 cm entre hileras y 5 cm entre plantas.

3.4.4. Organización de ensayos y cultivo de material genético

La siembra tuvo lugar el día 6 de agosto de 2023 y se llevó a cabo de manera manual. Se sembraron dos semillas por golpe, separadas por una distancia de 5 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, a una profundidad de 2 cm. En total, se sembraron 24 surcos para cada genotipo, sumando un total de 48 surcos por repetición. Cada tratamiento constó de 3 surcos, con una longitud de 3 metros por repetición. Para facilitar la gestión, se delimitaron las unidades experimentales utilizando rafia y

estacas. Las variedades fueron sembradas en seco y fueron Pinto Saltillo y Flor de Mayo, ambas con un ciclo de vida con más de 90 días en promedio.

3.4.5. Instalación del sistema de riego y aplicación del primer riego

El método de riego empleado fue el sistema de goteo, donde cada tratamiento incluía tres surcos junto con su correspondiente cintilla. La primera vez que se aplicó riego ocurrió el 6 de agosto del año 2023, y luego se efectuaron aplicaciones de riego de forma regular hasta completar el ciclo del cultivo (Figura 2).



Figura 2. Fotografía de experimento de campo de frijol, con aplicación de riego por cintilla, FAUANL, Marín, N.L. agosto 2023.

El método de irrigación utilizado en el cultivo de frijol fue a través de pequeñas bandas de cintilla para aplicar el riego en forma bien regulada, aplicando el riego alrededor de cada 15 días. Solo se aplicaron 4 riegos, pues se tuvo un efecto favorecedor de lluvias, que se presentaron al final del ciclo del cultivo.

3.4.6. Factores para estudiar

Este experimento consistió en probar dos genotipos con ocho diferentes tratamientos contra malezas (con malas hierbas y sin malas hierbas en diferentes periodos de competencia en el ciclo de cultivo de frijol) y su influencia sobre las variables

agronómicas estudiadas, considerando también la calidad de grano a nivel nutricional (proteínas, vitaminas, etc.).

3.5. Las características agronómicas principales de las variedades que se utilizaron son las siguientes.

3.5.1. Pinto Saltillo

Procede de un proceso de cruzamiento en el que se combinaron las variedades Hidalgo 77, MAM 30, Michoacán 91A, BAT 76, BAT 93 y G5653. Fue desarrollada y presentada por el INIFAP en el año 2001. Esta variedad presenta un patrón de crecimiento de guía y alcanza una altura promedio de 32 centímetros. La testa de la semilla es altamente resistente a la oxidación. Además, muestra una notable tolerancia a enfermedades como la Antracnosis, la Roya y las Pudriciones de la Raíz, lo que elimina la necesidad de aplicar fungicidas para su manejo. Los granos conservan su color original durante un periodo de hasta 24 meses después de la cosecha, sin oscurecerse rápidamente. El contenido de proteínas es significativamente alto, llegando al 22.1%. Los granos tienen un tamaño mediano y su peso varía entre 30 y 34 gramos por cada 100 semillas. (Valdez, 2009). Ver Figura 3.



Figura 3. Semillas del genotipo Pinto Saltillo durante preparación del experimento.

3.5.2. Flor de mayo

La región del Altiplano Centro-Occidental de México tiene una gran demanda de frijol de la variedad Flor de Mayo. Se presenta una nueva variante llamada Flor de Mayo Dolores (FMD), la cual se obtuvo mediante la cruce de Flor de Mayo Anita (FMA) y (FM 99016). Este tipo de frijol es principalmente de crecimiento indeterminado, con muchas ramas, de hábito postrado y guía corta (tipo III a). Su ciclo de crecimiento es considerado intermedio, con 44 días hasta la floración y 96 días hasta la madurez. Además, es muy resistente a la roya y la bacteriosis de halo, y muestra resistencia intermedia a la antracnosis, la mancha angular y la bacteriosis común. En términos de rendimiento comercial, produce de manera intermedia a alta, con un rango de 1,500 a 2,600 kg por hectárea. Sus granos tienen un color rosado-morado alrededor del hilio y presentan una moteada crema en la parte dorsal. Tienen una forma prismática semi aplanada y un tamaño medio, con 32 gramos por cada 100 semillas (Lépiz- Ildfonso *et al.*, 2015). Ver Figura 4.

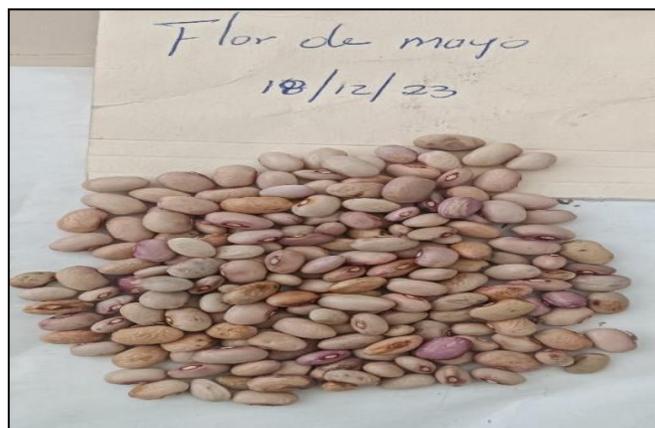


Figura 4. Fotografía de Semilla de genotipo Flor de Mayo para establecimiento del experimento.

3.5.3. Obtención de Material Genético (Semillas)

La semilla utilizada en la presente investigación, fue proporcionada por el Dr. José Elías Treviño Ramírez, misma que fue obtenida en el área agrícola de la Facultad de Agronomía UANL, en lotes de incrementos de semilla de diversas variedades cultivadas de especies vegetales.

3.5.4. Prueba de germinación de las dos variedades de frijol

La evaluación más común de la viabilidad de un lote de semillas es a través de la prueba de germinación. Esta prueba se llevó a cabo en condiciones ideales para cada tipo de semilla, con el propósito de discernir entre lotes de semillas en términos de la velocidad y uniformidad de su germinación. En este proceso, se enfatiza la calidad fisiológica que se refiere a los mecanismos internos de la semilla que determinan su capacidad para germinar, brotar y desarrollar las estructuras esenciales para formar una plántula saludable en condiciones favorables. La vitalidad de la semilla es un aspecto crucial ya que permite distinguir las diferencias entre la germinación en laboratorio y la aparición en el campo, especialmente cuando las condiciones del entorno pueden generar situaciones de estrés (Velázquez, 2014).

El porcentaje total de emergencia (ET) es una medida de la calidad de las semillas. Se calcula contando el número de plántulas que emergen de las semillas, dividiendo ese número por el número total de semillas sembradas y multiplicandas por cien.

$$E\% = \frac{\text{No. Plántulas emergidas}}{\text{No. De semillas sembradas}} \times 100$$

La prueba de germinación fue realizada en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía en Marín Nuevo León, donde se encontró que la variedad Pinto Saltillo presentó un total de 90% de germinación, mientras que la variedad Flor de Mayo obtuvo un total de 92% de geminación.

3.5.5. Material genético

Las semillas de los dos genotipos de frijol (G1= Pinto Saltillo G2= Flor de mayo) a estudiar se seleccionaron porque reportan una buena adaptación a las condiciones ambientales en Marín, Nuevo León, además de que están reportados con una buena sanidad vegetal.

3.5.6. Material abiótico

Cinta métrica, Hilo, tractor, estacas, machetes, azadones, calculadora, computadora, impresoras, libretas de notas, lápiz, cámara, papel, balanza, bolsa plástica, incubadora, etc.

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar en un arreglo de parcelas divididas, distribuidas en cuatro repeticiones y 16 tratamientos. Los datos fueron analizados en SPSS, mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS).

3.6.1. Diseño Experimental

El estudio se llevó a cabo mediante un diseño de bloques completos al azar con disposición en parcelas divididas. La parcela grande incluyó dos genotipos diferentes (factor A) y la parcela chica incluyó dos grupos de tratamientos: con y sin malezas, formándose 8 tratamientos diferentes de control (Factor B). Los factores A y B se distribuyeron en 4 bloques, generando 16 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. El área total de la unidad experimental fue de 591.0 m², dividida en dimensiones de 16 metros de longitud y 39.4 metros de ancho (39.4 m x 16 m).

3.6.2. Diseño del Experiment

Este diseño consiste en un conjunto de cuatro bloques de 64 parcelas pequeñas, donde el conjunto total tuvo dimensiones de 16 metros de longitud por 39.4 metros de ancho. Cada parcela, que se dividió en 16 tratamientos, tiene dimensiones de 3 metros de longitud por 2.4 metros de ancho. Cada una de estas parcelas está compuesta por tres surcos separados por una distancia de 0.8 metros.

1. Ancho de calles dentro bloque: 1 m.
2. Numero de calles entre bloques: 3
3. Ancho de la calle entre parcelas grandes: 1 m
4. Numero de calles entre parcelas grandes: 1

Factor A= Genotipos ↔ G1= Pinto Saltillo, y G2= Flor de Mayo.

Factor B= 2 grupos con y sin malezas ↔ CM (con malezas) y SM (sin malezas)

En el cuadro siguiente se muestra el modelo de análisis de varianza (ANOVA) aplicado. Los dos genotipos de frijol común se asignaron a las parcelas grandes (Factor A), mientras que los ocho períodos de control de malezas se distribuyeron en las parcelas más pequeñas (Factor B).

El principal modelo de ecuación utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + F_j + e_{ij} (a) + V_k + (FV)_{jk} + e_{ijk} (b)$$

$i = 1, 2, \dots, 4$ (repeticiones);

$j = 1, 2, \dots, 2$ (genotipos=parcela grande: factor a);

$k = 1, 2, \dots, 8$ (períodos de control de malezas= parcela chica: factor b).

Y_{ijk} es la observación en la variedad j , en el tratamiento k , en el bloque i

μ es la media verdadera general

β_i es el efecto del bloque i

F_j es el efecto del nivel j de variedades

$e_{ij} (a)$ es el error experimental de la i -ésima parcela grande para variedades

V_k es el efecto del nivel k de control de maleza

FV_{jk} es el efecto de la interacción de variedades y tratamientos de control de malezas

e_{ijk} (b) es el error experimental de la i j k-ésima subparcela

3.7. Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar en un arreglo de parcelas divididas.

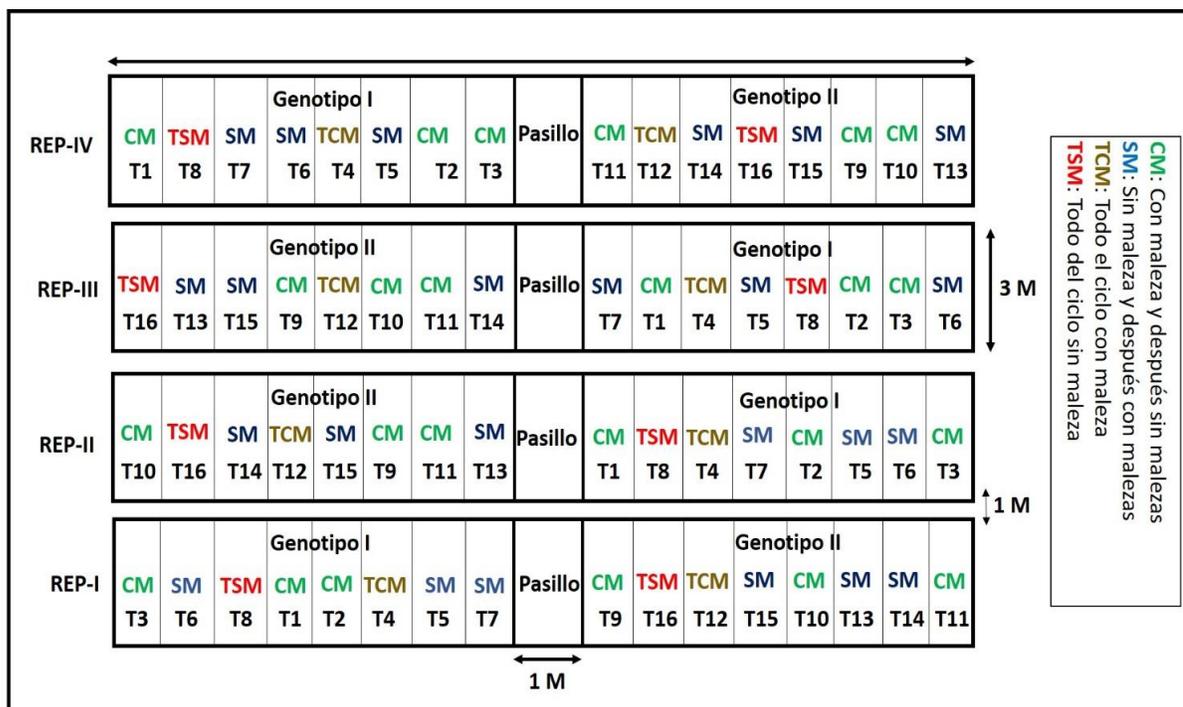


Figura 5. Croquis de campo donde se incluye el factor variedad (A) y el factor control de malezas (B).

En el Cuadro 4 se puede ver el análisis de varianza utilizado.

Cuadro 4. El modelo del análisis de varianza utilizado

Fuentes de variación	Grados de libertad
Variedades (a-1)	1
Repeticiones (r-1)	3
Error a (a-1) (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	7
Interacción V x T (a-1) (t-1)	7
Error b a (t-1) (r-1)	42
Total (n-1)	63

3.8. Los principales factores estudiados en la investigación presente

Este estudio tuvo como objetivo investigar el impacto de dos factores: A= 2 genotipos, B= 8 tratamientos de malezas. Las variables estudiadas están relacionadas con el rendimiento, incluyendo aspectos fisiológicos y morfológicos.

El experimento estuvo constituido de 8 tratamientos por genotipo, dando un total de 16 tratamientos al ser dos genotipos, con cuatro repeticiones, dando un total de 64 parcelas con una densidad de población de 180 plantas por parcela, cada parcela estuvo constituida por 3 surcos de 3 m de largo, distanciado cada uno a 0.8 m entre surcos. La distancia entre plantas es de 0.05 m, para cada repetición fueron 2880 plantas, y por lo tanto en el área completa se tenía un total de 11520 plantas.

3.8.1. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en mantener un grupo de parcelas con malezas por un periodo de tiempo predeterminado: **0-30, 0-60, 0-90, días después de la siembra con maleza y luego sin maleza**, incluyendo un tratamiento con malezas durante todo el ciclo. Otro grupo de parcelas recibió un tratamiento inverso a lo planteado anteriormente, tal como: **0-30, 0-60, 0-90, días después de la siembra sin maleza y luego con maleza**, incluyéndose un tratamiento que consiste en parcelas sin malezas durante todo el ciclo. Lo anterior se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos de control de malezas en el experimento de campo utilizando como genotipo 1: la variedad Pinto Saltillo y como genotipo 2: la variedad Flor de Mayo.

Núm. Tratamiento	Genotipo	Dist. Entre plantas (m)	Periodo de competencia	Fecha de control (2023)
1	G1	0.05	T1 0-30 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	6 de septiembre
2	G1	0.05	T2 0-60 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	6 de octubre
3	G1	0.05	T3 0-90 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	6 de noviembre
4	G1	0.05	T4 Todo el ciclo con maleza	
5	G1	0.05	T5 0-30 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	22 de agosto
6	G1	0.05	T6 0-60 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	22 de agosto
7	G1	0.05	T7 0- 90 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	22 de agosto
8	G1	0.05	T8 Todo el ciclo sin maleza	20 de agosto
9	G2	0.05	T9 0-30 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	7 de septiembre
10	G2	0.05	T10 0-60 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	6 de octubre
11	G2	0.05	T11 0-90 d. d. s. Con maleza y después sin maleza	7 de noviembre
12	G2	0.05	T12 Todo el ciclo con maleza	
13	G2	0.05	T13 0-30 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	23 de agosto
14	G2	0.05	T14 0-60 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	23 de agosto
15	G2	0.05	T15 0-90 d. d. s. Sin maleza y después con malezas	23 de agosto
16	G2	0.05	T16 Todo del ciclo sin maleza	20 de agosto

*d. d. s. c. m: días después de la siembra con malezas; d. d. s. s. m: días después de la siembra sin malezas.

3.9. Variables agronómicas estudiadas, ciclo verano 2023

3.9.1. Altura de la planta (cm)

La altura se obtuvo de 5 plantas por cada unidad experimental seleccionadas de manera aleatoria. Se utilizó una cinta métrica para medir la distancia desde la base del tallo hasta el ápice de la guía principal en cada una de las plantas seleccionadas.

3.9.2. Número de vainas por planta

Se evaluaron las vainas de cada planta seleccionadas en un metro lineal de cada parcela, registrando el número total de vainas por planta. Las vainas fueron clasificadas en vainas normales y vainas con defecto, y luego se calculó un promedio por tratamiento.

3.9.3. Peso de 100 semillas

Se utilizó una balanza digital para pesar 100 semillas, seleccionando aleatoriamente la semilla de 5 plantas de cada genotipo con competencia completa, y posteriormente se anotó el peso en gramos (Figuras 6).



Figuras 6: (A,B). Peso de 100 Semillas de las variedades Pinto Saltillo y Flor de Mayo después de la cosecha.

3.9.4. Número de semillas por planta

En cada unidad experimental que contiene tres surcos y cada surco tiene 3 metros de largo, se cosechó en el surco central un metro lineal, donde se contabilizaron el total de plantas que se cosecharon en el metro lineal y luego se seleccionaron al azar dos vainas representativas de cada planta, de esta manera se contabilizaron el número total de semillas encontradas en dos vainas de cada planta seleccionada y se obtuvo un promedio, después se multiplicó por el número total de vainas normales por planta, para obtener una estimación de semillas por planta.

3.9.5. Rendimiento de grano por parcela

Se contabilizó el peso de todas las semillas maduras con un 12% de humedad, tomada de las vainas maduras cosechadas de las plantas de cada tratamiento en estudio. Se registraron los promedios en kilogramos por área de muestreo de la parcela experimental.

3.9.6. Rendimiento de grano

Se consideró como base el rendimiento de grano de cada parcela experimental de acuerdo con el área de muestreo (0.8 m^2), y se obtuvo el rendimiento de grano por hectárea mediante una regla de tres simple.

3.9.7. Longitud de vaina

La longitud de vainas se obtuvo midiendo a partir del punto de inserción de la vaina y su pedúnculo hasta el ápice distal de la misma, en dos vainas al azar de cada una de las cinco plantas seleccionadas representativas de cada unidad experimental y luego se obtuvo un promedio para cada caso por variedad y tratamiento (Figura 7).



Figura 7. Toma de longitud de vainas de la variedad Pinto Saltillo después de la cosecha

3.10.8. Número de semillas por vaina

El número de granos se contabilizó por vaina mediante la selección de dos vainas representativas de cada una de las 5 plantas incluidas en cada unidad experimental del estudio.

3.10.9. Días a floración

Los días a floración se calcularon teniendo en cuenta la cantidad de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de la población entrara en la fase inicial de floración (Figura 8).



Figura 8. Planta de frijol de la variedad Pinto Saltillo en plena floración a los 45 días después de la siembra.

3.10.10. Días a madurez fisiológica

Los días a madurez fisiológica se refieren a la cantidad de días contabilizados desde la siembra hasta observar que el cultivo entró en madurez fisiológica (máxima ganancia de materia seca).

3.10.11. Cosecha de grano

La cosecha de cada de cada unidad experimental se realizó en madurez comercial, cuando el grano alcanzó un 12 a 14 % de humedad. El área cosechada fue de un metro lineal (0.8 m²).

3.11. Incidencia de deficiencias y enfermedades

Durante el periodo de verano de 2023, ambas variedades analizadas exhibieron signos de deterioro causados por agentes patógenos durante su fase de crecimiento. También se evidenció la decoloración de las hojas como resultado de una carencia de hierro.

Se notaron hojas con márgenes chamuscados y otras de menor tamaño, posiblemente debido a la combinación de falta de agua y presencia de sal en el suelo. También se identificó la presencia de pudrición carbonosa, una enfermedad ocasionada por el hongo *Macrophomina phaseolina*. Para confirmar esta enfermedad, se revisaron investigaciones realizadas en años anteriores sobre el cultivo de frijol en la misma ubicación, las cuales indicaron que dicha enfermedad es común en los campos de la FAUANL en Marín, Nuevo León (Figura 9).



Figura 9. Fotografías 1, 2 y 3 de diferentes plantas de frijol afectadas por la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), viéndose mayor grado de severidad en el daño viniendo de izquierda a la derecha.

En un trabajo de investigación desarrollado por Shener (2021), se aisló este patógeno exitosamente, logrando trabajo de inoculación in vitro en la FAUANL en General Escobedo Nuevo León, México. En la Figura 10 se observa en forma secuenciada el aislamiento de pudrición carbonosa.

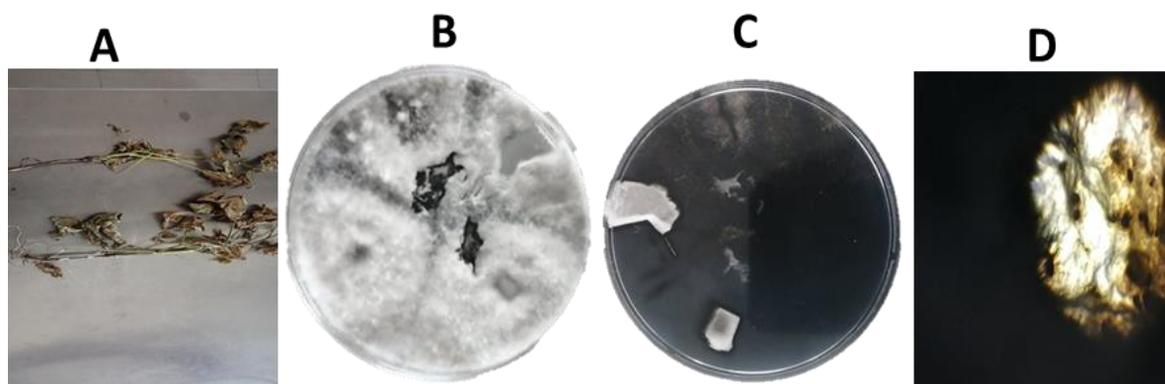


Figura 10. Secuencia del aislamiento de pudrición carbonosa que aparece en las imágenes A, B, C y D (Shener, 2021).

3.12. Variables agronómicas que se midieron en las malas hierbas detectadas en el ciclo Verano 2023.

Especies vegetales identificadas como malas hierbas (monocotiledóneas y dicotiledóneas).

3.12.1. Número de individuos por especie (levantamiento de malezas)

Se realizó un levantamiento de malezas (inventario) con las especies vegetales presentes dentro de las unidades experimentales.

3.12.2. Levantamiento de malezas (inventario)

El levantamiento de las malas hierbas se realizó en los tratamientos que correspondieron a todo el ciclo con malezas, Se empleó un rectángulo de PVC con una superficie de 0.25 metros cuadrados, delimitando el área de muestreo con banderines. Se evaluó la cantidad de malezas mediante cuatro submuestras, cada una abarcando 1 metro cuadrado por unidad experimental. Esta técnica se basa en la metodología del área mínima, como se sugiere por Jürgens (1985).

3.13.3. Identificación de malezas

Las principales malas hierbas no deseadas fueron reconocidas utilizando métodos de clasificación taxonómica presentados por Whitson *et al.* (2012). Los parámetros fueron evaluados al final del ciclo del cultivo y fueron los siguientes:

3.13.4. La densidad.

Se contabilizó el número total de malezas por m² por especie vegetal y total de malezas de todas las especies (plantas/ m²) con un marco de tubo PVC de 0.25 m² en cuatro sitios diferentes de forma aleatoria dentro de las unidades experimentales.

3.12.5. Dominancia por especie

La dominancia se calcula dividiendo el número de individuos de una especie específica (b) entre el total de individuos de todas las especies (a). Esta fórmula fue propuesta por Simpson en 1949.

$$\%D = \frac{b}{a} \times 100$$

3.12.6. Cobertura Vegetal

Se midió la superficie de sombreado que proyectaba la maleza dentro de cada unidad experimental y que estaba en forma competitiva.

3.12.7. Frecuencia

La frecuencia es un valor expresado en porcentaje, calculado a partir de la frecuencia de aparición de una especie en un conjunto de muestras (n), considerando también el número total de especies (m) en las muestras. La fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$\%F = \frac{n}{m} \times 100$$

3.12.8. El número total de individuos por especie

Es la cantidad total de individuos encontrados en las distintas muestras. Se calcula la densidad de individuos por metro cuadrado sumando los resultados de cada una de las muestras de 0.25 metros cuadrados, tomadas mediante 4 submuestreos aleatorios.

4.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de datos

Los datos de las variables se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). En caso de encontrar significancia estadística en las variables, se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de significancia de $p < 0.05$ para comparar las medias. Se empleó el software estadístico de diseños experimentales desarrollado por Olivares Sáenz (2019).

A continuación, se presentan y analizan los resultados de este experimento, organizándolos según las diversas variables investigadas. Se discuten los resultados, especialmente aquellos que resultaron significativos según el análisis de varianza (ANOVA), y se ordenan de acuerdo con la secuencia de los factores del experimento (A = los dos genotipos de frijol, B = distintos tratamientos de control, con y sin maleza).

4.2. Variables fisiológicas

Estas fueron: días a floración, días a madurez fisiológica y días a madurez comercial ,los resultados de estas variables se presentan en el Cuadro 6.

Los genotipos de frijol común bajo tratamiento de control de malezas mostraron diferencias significativas en cuanto a los días necesarios para la floración, madurez fisiológica y comercial. La comparación de medias reveló que la variedad Flor de Mayo fue la más temprana, alcanzando la floración, madurez fisiológica y madurez comercial a los 45, 90 y 102 días después de la siembra, respectivamente. A diferencia del genotipo Pinto Saltillo que requirió más tiempo, con 55, 98 y 112 días para estas mismas variables. Esta diferencia en la precocidad puede afectar la capacidad de la variedad para completar su ciclo biológico antes de enfrentar riesgos

como sequías o heladas, lo que a su vez puede influir en su rendimiento de grano en la producción de frijol.

Cuadro 6. Días a floración, días a madurez fisiológica y días a madurez comercial, para los dos genotipos bajo estudio.

Genotipo	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Días a madurez comercial
Pinto Saltillo	55 a	98 a	112 a
Flor de Mayo	45 b	90 b	102 b

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Dieudonné y Ismael (2017) señalaron que la variación en la precocidad, es decir, en la diferencia de días hasta la floración y madurez, se atribuye a factores genéticos, En este estudio, se logró gestionar de manera efectiva las condiciones ambientales dominantes, especialmente en lo que respecta al manejo oportuno del riego. Por otro lado, Rosales *et al.* (2004), que estudiaron cómo el frijol común se desempeñaba durante la sequía en un entorno natural, indicaron que, durante años de escasez de agua, la etapa de floración comenzó antes. Además, la escasez de agua tiene influencia en los días de llenado del grano, lo que resulta en un impacto desfavorable en la formación y tamaño de este, además de acelerar la madurez fisiológica (Tosquy-Valle *et al.*, 2017).

4.3. Las Variables Agronómicas

4.3.1. Altura de planta

El análisis de varianza para altura de planta presentó diferencia significativa entre variedades (0.001), pero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de control de maleza (0.316) ni en la interacción genotipo- tratamiento de control de maleza (0.964) (Cuadro 7).

En la comparación de medias de las variedades se mostró que la variedad Flor de Mayo obtuvo mayor altura de planta comparada con la variedad Pinto Saltillo (Cuadro 8).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los encontrados por Shener (2021), quien encontró que el genotipo Flor de Mayo exhibió la mayor altura de planta, mientras que el Pinto americano fue el más bajo entre los tres genotipos bajo estudio.

En el Cuadro 9 se presentan los valores numéricos de altura de planta con las medias de los tratamientos de control de maleza, sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre ellos.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable de altura de planta para los dos genotipos de frijol y los tratamientos de maleza y el efecto de Interacción.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	6649.848	1	6649.848	12.524	.001
Trata Maleza	4495.011	7	642.144	1.209	.316
Variedad * Trata Maleza	985.970	7	140.853	0.265	.964
Error	24954.717	47	530.951		
Total	36957.106	62			

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable altura de la planta para dos variedades de frijol.

Variedad	Altura de planta (cm)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L. I.	L. S.
Pinto Saltillo	138.7 b	4.073	130.518	146.907
Flor de Mayo	159.3 a	4.157	150.947	167.674

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Cuadro 9. Valores numéricos con las medias de la altura de planta de los tratamientos de control de maleza.

No. De Tratamiento y descripción	Altura de planta (cm)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	134.300a	8.147	117.911	150.689
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	159.900a	8.147	143.511	176.289
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	155.525a	8.147	139.136	171.914
T4-T. c. c. m.	151.250a	8.147	134.861	167.639
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	157.300a	8.147	140.911	173.689
T6-0-60 d. s. m y d. c. m	150.542a	8.799	132.839	168.244
T7-0-90 d. s. m y d. c. m	141.650a	8.147	125.261	158.039
T8-T. c. s. m	141.625a	8.147	125.236	158.014

En el Cuadro 10, se observó que los mayores valores numéricos para la variable altura de planta separando tratamiento y genotipos, fueron alcanzados por la variedad Flor de Mayo en los tratamientos 2 y 3 con 168.65 y 171.60 cm respectivamente.

Cuadro 10. La variable altura de planta de los tratamientos de maleza en dos variedades de frijol.

Numero de tratamiento	Descripción de tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	124.650	143.950
2	0-60 d. c. m y d. s. m	151.150	168.650
3	0-90 d. c. m y d. s. m	139.450	171.600
4	T. c. c. m.	145.300	157.200
5	0-30 d. s. m y d. c. m	146.250	168.350
6	0-60 d. s. m y d. c. m	134.750	166.333
7	0-90 d. s. m y d. c. m	137.750	145.550
8	T. c. s. m	130.400	152.850

La altura de la planta de frijol también se ve influenciada por la fertilización, como lo describe Rodríguez (2017) en un trabajo de fertilización orgánica en donde encontró una mayor altura en las plantas de frijol con aplicación de humus de lombriz.

La altura de la planta de frijol también depende de la aplicación de fertilizantes sintéticos, según el trabajo realizado por Guzmán-Gómez (2019) quien aplicó fertilizantes sintéticos y observó una mayor altura a los 14 y 28 días después de la aplicación debido a la alta solubilidad de los fertilizantes.

De acuerdo a la investigación realizada por Colorado *et al.*, (2023), en el cultivo de ajonjolí, donde en el análisis de varianza de la variable "altura de planta", no se observaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los conjuntos de datos evaluados. No obstante, al examinar las medias de cada tratamiento numéricamente, se evidencia una tendencia donde se determina que el tratamiento 14 (limpio hasta los 90 días d. s) exhibió la mayor altura para la planta de ajonjolí, alcanzando los 1.81 m. Le siguen en orden los tratamientos 13 (limpio hasta los 75 días d. s) con una altura de 1.77 m y el tratamiento 12 (limpio hasta los 60 días d. s) con una altura de 1.72 m. Contrariamente, la menor altura de planta se registró en el tratamiento 7 (enmalezado durante 90 días después de siembra, con una altura de planta de 1.40 m.

4.3.2. Numero de vainas por planta

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable número de vainas por planta se encontró diferencia significativa ($p=0.05$) en los tratamientos de maleza. Las variedades y la interacción entre los factores no mostraron efecto significativo ($p=0.878$ y $p=0.141$, respectivamente) (Cuadro 11).

En el Cuadro 12, se observa que no existió diferencia significativa al comparar las medias generales entre variedades para la variable número de vainas por planta.

La comparación de medias para los tratamientos de maleza mostró que los tratamientos de 0 a 60 días con maleza y luego sin maleza y el de 0 a 90 días con

maleza y después sin malezas, tuvieron el menor número de vainas por planta. Este resultado muestra que la maleza al inicio del desarrollo del cultivo tuvo efectos negativos para el desarrollo de vainas en las plantas (Cuadro 15).

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta de dos genotipos bajo estudio (Pinto Saltillo y Flor de Mayo).

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	0.391	1	0.391	0.024	0.878
Trata Maleza	232.109	7	33.158	2.018	0.050
Variedad * Trata Maleza	191.234	7	27.319	1.663	0.141
Error	788.750	48	16.432		
Total	1212.484	63			

Cuadro 12. Medias de la variable número de vainas por planta de dos variedades de frijol.

Variedad	Medias	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
Pinto Saltillo	11.813a	0.717	10.372	13.253
Flor de Mayo	11.656a	0.717	10.215	13.097

Cuadro 13. Medias del número de vainas por planta de los tratamientos de los diferentes periodos de control de malezas.

No. De Tratamiento y descripción	Medias	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	12.625 ab	1.433	9.743	15.507
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	11.625 ab	1.433	8.743	14.507
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	8.875 b	1.433	5.993	11.757
T4-T. c. c. m.	9.250 b	1.433	6.368	12.132
T5-0-30 d. s. m y d. c. m.	12.625 ab	1.433	9.743	15.507
T6-0-60 d. s. m y d. c. m.	11.000 ab	1.433	8.118	13.882
T7-0-90 d. s. m y d. c. m.	15.125 a	1.433	12.243	18.007
T8-T. c. s. m.	12.750 ab	1.433	9.868	15.632

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

En el Cuadro 14 donde aparecen los valores numéricos de la variable número de vainas por planta considerando los diferentes tratamientos de control de malezas separando valores por genotipo. Para el genotipo Pinto Saltillo los mayores valores numéricos se alcanzaron con el tratamiento 1, 7 y 8; mientras que para el genotipo Flor de Mayo los mayores valores numéricos se alcanzaron con los tratamientos 6 y 7.

Cuadro 14. Número de vainas por planta de los diferentes tratamientos de control de malezas en las dos variedades de frijol común.

No. Tratamiento	Descripción tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	15.00	10.25
2	0-60 d. c. m y d. s. m	11.00	12.25
3	0-90 d. c. m y d. s. m	9.50	8.25
4	T. c. c. m.	10.25	8.25
5	0-30 d. s. m y d. c. m	13.00	12.25
6	0-60 d. s. m y d. c. m	7.00	15.00
7	0-90 d. s. m y d. c. m.	15.50	14.75
8	T. c. s. m.	13.25	12.25

En una investigación realizada por Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2015) sobre el cultivo de frijol mostró que los valores promedio de vainas para las dos variedades de frijol estudiadas oscilaron entre 12.62 y 16.75 vainas por planta. Por lo tanto, los valores de esta variable en el estudio actual fueron más altos a los que reportaron anteriormente los autores mencionados. Sin embargo, en otros resultados obtenidos por Olivera *et al.* (2016), registraron valores numéricos entre 13 y 20 vainas por planta.

Según Estrada y Peralta (2004), en su trabajo mencionaron que el número de vainas por planta en el cultivo de frijol está relacionado con la cantidad de flores producidas por cada planta. En algunas plantas, un incremento en el promedio de vainas por planta puede llevar a una disminución en la cantidad de granos por vaina, lo que resulta en una reducción del peso y, consecuentemente del rendimiento de grano esperado. De acuerdo con los resultados proporcionados por Acevedo y Chavez (2010), afirmaron que una particularidad de los componentes numéricos del rendimiento en el cultivo de frijol es no incrementar todos simultáneamente; por lo tanto, al aumentar uno, los demás tienden a disminuir como parte de un efecto compensatorio.

Por otro lado, Vázquez *et al.* (2022) investigaron sobre el rendimiento del cultivo de frijol y se encontró que alcanzó un total de 25.13 vainas por planta para una variedad de frijol de crecimiento arbustivo Clase comercial “Cranberry”.

4.3.3. Número de Semillas por vaina

En el análisis de varianza para el número de semilla por vaina no mostró diferencias significativas en los tratamientos de maleza ($p = 0.479$). Las variedades y la interacción entre los factores tampoco mostraron efectos significativos ($p = 0.825$ y $p = 0.479$, respectivamente) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable número de semillas por vainas de los dos genotipos de frijol.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	0.016	1	0.016	0.049	0.825
Trata Maleza	2.109	7	0.301	0.948	0.479
Variedad * Trata Maleza	2.109	7	0.301	0.948	0.479
Error	15.250	48	0.318		
Total	19.484	63			

En la comparación de medias entre variedades los mayores valores numéricos fueron alcanzados por la variedad Pinto Saltillo (Cuadro 16), sin embargo, los valores para Flor de Mayo están muy cercanos.

Cuadro 16. Medias del número de semillas por vainas de dos variedades de frijol

Variedad	Medias (gr)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.I
Pinto Saltillo	4.781a	0.100	4.581	4.982
Flor de Mayo	4.750a	0.100	4.550	4.950

En el Cuadro 17 se observan los valores promedio donde se puede revisar la igualdad estadística entre los diferentes tratamientos de control de malezas.

Cuadro 17. Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable el número de semilla por vainas.

No. De tratamiento y descripción	Medias	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	5.000 a	0.199	4.599	5.401
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	4.875 a	0.199	4.474	5.276
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	4.500 a	0.199	4.099	4.901
T4-T. c. c. m.	4.500 a	0.199	4.099	4.901
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	4.875 a	0.199	4.474	5.276
T6-0-60 d. s. m y d. c. m	4.625 a	0.199	4.224	5.026
T7-0-90 d. s. m y d. c. m	4.875 a	0.199	4.474	5.276
T8-T. c. s. m	4.875 a	0.199	4.474	5.276

Al comparar los valores promedio para la variable de número de semillas por vainas separando variedades, no se presentó la diferencia estadística significativa (Cuadro 18).

Cuadro 18. Número de semillas por planta de los diferentes tratamientos de control de malezas para las dos variedades de frijol común.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	5.250	4.750
2	0-60 d. c. m y d. s. m	4.750	5.000
3	0-90 d. c. m y d. s. m	4.500	4.500
4	T. c. c. m.	4.500	4.500
5	0-30 d. s. m y d. c. m	5.000	4.750
6	0-60 d. s. m y d. c. m	4.250	5.000
7	0-90 d. s. m y d. c. m	5.000	4.750
8	T. c. s. m	5.000	4.750

Negrin *et al.* (2013), quienes trabajaron con el cultivo de frijol con malezas reportaron que el valor promedio de granos por vaina en los dos genotipos fue de 4.50, donde obtuvieron el promedio más alto de 5.08 granos por vaina. En consecuencia, el valor registrado en Pinto Saltillo (5.81 granos por vaina) fue superior al mencionado por Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2015), quienes encontraron 4.20 granos por vaina. Tanto el número de granos por vaina como la cantidad de vainas por planta son componentes cruciales para el rendimiento del cultivo de frijol.

Algunos bioestimulantes mejoran el número de granos por vainas, como el reportado Ramirez (2017), quien trabajo con el cultivo de frijol, donde utilizó diferentes bioestimulante, encontrando que el bioestimulante Biozyme influyó en el mayor número promedio de granos por vaina con un valor de 4.4 semillas por vainas.

Betancourt (2011) investigó el efecto del bioestimulante Alga Ga-14 y el silicio foliar en el cultivo del frijol junto con malezas, encontrando que el tratamiento T2 (F1B2) logró el mayor número de granos por vaina, alcanzando un valor de 4.9. Por su parte, López y Pouza (2014) evaluaron el bioestimulante Fito Mas-E derivado de residuos de caña de azúcar en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol, y descubrieron que el tratamiento T7 (etapas 1, 2 y 3) alcanzó el mayor número de granos por vaina, con un valor de 5.1.

4.3.4. Número de semillas por plantas

El análisis de varianza para la variable de número de semillas por planta resultó con diferencias significativas para el factor tratamientos de control de maleza ($p=0.010$) y para el factor variedades no mostró diferencias significativas ($p=0.780$) ni para la interacción variedad por tratamiento de control de malezas ($p=0.245$) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable número de semillas por planta para las dos variedades.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	34.516	1	34.516	.079	.780
Trata Maleza	9241.609	7	1320.230	3.013	.010
Variedad * Trata Maleza	4164.359	7	594.908	1.358	.245
Error	21034.250	48	438.214		
Total	247111.000	64			

Cuadro 20. Medias del número de semillas por planta para el factor variedades de frijol.

Variedad	Medias	Error. Standar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
Pinto Saltillo	58.375 a	3.701	50.935	65.815
Flor de Mayo	56.906 b	3.701	49.466	64.347

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

En los tratamientos de control de malezas se observó una diferencia significativa para estos tratamientos (Cuadro 21).

Cuadro 21. Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable número de semillas por planta.

No. De los tratamiento y descripción	Medias	Error. Standar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	65.625 a	7.401	50.744	80.506
T1-0-60 d. c. m y d. s. m	53.125 ab	7.401	38.244	68.006
T1-0-90 d. c. m y d. s. m	39.625 b	7.401	24.744	54.506
T4-T. c. c. m.	41.500 b	7.401	26.619	56.381
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	61.375 ab	7.401	46.494	76.256
T5-0-60 d. s. m y d. c. m	54.875 ab	7.401	39.994	69.756
T5-0-90 d. s. m y d. c. m	75.875 a	7.401	60.994	90.756
T8-T. c. s. m	69.125 ab	7.401	54.244	84.006

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Para el factor de interacción tratamiento de maleza por variedad en la variable de número de semillas por planta, no se encontró diferencia significativa entre los valores promedios comparados (Cuadro 22).

Cuadro 22. Cuadro número de semillas por plantas de los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.

No. tratamiento	Descripción Tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	81.000	50.250
2	0-60 d. c. m y d. s. m	45.250	61.000
3	0-90 d. c. m y d. s. m	41.000	38.250
4	T. c. c. m.	45.500	37.500
5	0-30 d. s. m y d. c. m	63.250	59.500
6	0-60 d. s. m y d. c. m	41.000	68.750
7	0-90 d. s. m y d. c. m	78.500	73.250
8	T. c. s. m	71.500	66.750

De acuerdo a los resultados reportados por Jim *et al.* (2020) en la primera medición de esta característica que corresponde a la variable de número de semillas por planta de frijol, no se registraron diferencias significativas entre los diversos tratamientos evaluados, mostrando los valores que varían entre 60 y 73 semillas por planta, al realizar una segunda evaluación para los valores correspondientes para el efecto de: variedad, tratamiento contra maleza y la interacción de tratamiento contra maleza - variedad, tampoco encontró diferencias significativas, aunque ambas evaluaciones superan al grupo de control de maleza que registró 58 a 68 semillas por planta, estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación.

Asimismo, Edwin *et al.* (2010), quienes trabajaron con el cultivo de frijol, observaron una correlación positiva y significativa ($p \leq 0.01$) en las variables estudiadas entre el rendimiento de semillas y diversas variables en el cultivo de frijol, tales como: el número de vainas normales por planta en un metro, número de semillas normales por planta, la biomasa aérea final y el peso de 100 semillas en la planta de frijol. Este hallazgo respalda la idea de que el rendimiento, sus componentes y la biomasa aérea final pueden ser considerados como criterios útiles en la selección de variedades destacadas de frijol, como señalan Rosales-Serna *et al.* (2004).

(Rodríguez *et al.*, 2015) en el frijol, una biomasa aérea elevada está relacionada con una mayor producción de asimilados que se trasladan hacia las vainas y semillas, lo que contribuye al incremento en el rendimiento.

De acuerdo con Dacia *et al.* (2015), al evaluar los períodos de competencia con arvenses en el cultivo de maíz, se observó que a medida que el cultivo permanece sin competencia de malezas durante períodos más cortos (de 0-30 hasta 0-60 días después de la siembra), la producción de semilla por planta aumenta. Por otro lado, cuando los días de competencia con malezas aumentan (de 0-30 hasta 0-60 días después de la siembra), el número de semillas por planta disminuye. Estos hallazgos coinciden con los resultados de nuestro estudio, en los cuales se atribuye al efecto de los períodos de competencia con malezas establecidos, a las especies de malezas más agresivas y a las características específicas de los genotipos estudiados.

4.3.5. Longitud de vainas

El análisis de varianza para la variable longitud de vainas, resultó con diferencias significativas entre las variedades ($p=0.003$), donde la variedad Pinto Saltillo tuvo mayor longitud de vaina que la variedad Flor de Mayo. Los tratamientos de maleza ($p=0.828$) e interacción ($p=0.795$) no tuvieron efectos significativos (Cuadro 23).

Cuadro 23. Análisis de varianza para la longitud de vaina por planta para las dos variedades.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	11.139	1	11.139	9.936	0.003
Trata Maleza	3.944	7	0.563	0.503	0.828
Variedad * Trata Maleza	4.290	7	0.613	0.547	0.795
Error	53.813	48	1.121		
Total	73.185	63			

Las medias para el factor variedad para esta variable se presentan en el Cuadro 24, donde la variedad Pinto Saltillo fue superior estadísticamente en la prueba de medias.

Cuadro 24. Medias de la longitud de vainas por planta para el factor variedad de frijol.

Variedad	Medias (cm)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
Pinto Saltillo	8.544 a	0.187	8.167	8.920
Flor de Mayo	7.709 b	0.187	7.333	8.086

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p<0.05$).

En los tratamientos de control de malezas no se observó una diferencia significativa para estos tratamientos (Cuadro 25).

Cuadro 25. Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la longitud de la vaina por planta.

No. De los tratamiento y descripción	Medias (cm)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	8.450 a	0.374	7.697	9.203
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	8.338 a	0.374	7.585	9.090
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	7.963 a	0.374	7.210	8.715
T4-T. c. c. m.	7.650 a	0.374	6.897	8.403
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	8.325 a	0.374	7.572	9.078
T6-0-60 d. s. m y d. c. m	7.925 a	0.374	7.172	8.678
T7-0-90 d. s. m y d. c. m	8.138 a	0.374	7.385	8.890
T8-T. c. s. m	8.225 a	0.374	7.472	8.978

Para el factor de interacción tratamiento de maleza por variedad en la variable de longitud de vainas por planta, no se encontró diferencia significativa entre los valores promedios comparados (Cuadro 26).

Cuadro 26. La longitud de vainas por plantas de los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.

No. tratamiento	Descripción Tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	9.250a	7.650a
2	0-60 d. c. m y d. s. m	8.775a	7.900a
3	0-90 d. c. m y d. s. m	8.175a	7.750a
4	T. c. c. m.	8.475a	6.825a
5	0-30 d. s. m y d. c. m	8.700a	7.950a
6	0-60 d. s. m y d. c. m	8.225a	7.625a
7	0-90 d. s. m y d. c. m	8.150a	8.125a
8	T. c. s. m	8.600a	7.850a

Calero Hurtado *et al.* (2018), señalaron que en el análisis de medias realizado con DMS, se determinó que la variedad Pinto Saltillo sobresalió por encima de la Flor de Mayo, la cual tuvo el promedio más bajo. Por lo tanto, la longitud de la vaina está mayormente influenciada por la genética de cada genotipo.

Asimismo, Aybar *et al.* (2021), en el estudio realizado en el cultivo de frijol, llevaron a cabo evaluaciones de diversas variables con diferentes densidades de siembra, dentro las variables evaluadas, la más destacada fue longitud de la vaina del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), donde se observó una diferencia estadística significativa en función de las distintas fuentes de tratamiento, que se asociaron con diferentes densidades de siembra de frijol. Los resultados indican que la longitud de la vaina de cultivo de frijol obtenida en cada tratamiento es estadísticamente diferente. Específicamente, el tratamiento T1 (con una distancia de siembra de 1m x 1m) demostró una longitud de vaina significativamente superior, alcanzando los 17.76 cm. Le sigue el tratamiento T3 (distancia de 1m x 0.9m) con una longitud de vaina de 17.05 cm, el tratamiento T2 (distancia de 1m x 0.8m) con 16.32 cm y, finalmente, el testigo T0 (distanciamiento de 0.7m x 0.7m) con 14.76 cm de longitud de vaina. Estos resultados no son coincidentes con la presente investigación, donde se alcanzó una longitud de vaina promedio de 8.54 cm para la variedad Pinto Saltillo.

4.3.6. Peso de 100 semillas

El análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas resultó con diferencias significativas en el factor variedades ($p = 0.000$), pero para el factor tratamientos no hubo diferencias significativas ($p=0.370$) y tampoco mostró diferencias significativas para el factor de interacción variedad * tratamiento ($p=0.166$) (Cuadro 27). La comparación de medias para el factor variedades reportó que la variedad Pinto Saltillo obtuvo mayor peso de 100 semillas comparada con la variedad flor de mayo (Cuadro 28). Las medias de los tratamientos se presentan en los Cuadros 29 y 30.

Cuadro 27. El análisis de varianza para el peso de 100 semillas de dos variedades de frijol.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	69.535	1	69.535	1191.567	.000
Trata Maleza	0.455	7	0.065	1.114	.370
Variedad * Trata Maleza	0.643	7	0.092	1.574	.166
Error	2.801	48	0.058		
Total	73.434	63			

Cuadro 28. Medias de peso (gramos) de 100 semillas de dos variedades de frijol.

Variedad	Medias (gr)	Estándar Error	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
Pinto Saltillo	35.241 a	0.043	35.155	35.326
Flor de Mayo	33.156 b	0.043	33.070	33.242

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 29. Medias de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable peso de 100 semillas.

No. De tratamientos y descripción	Medias (gr)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	34.113a	0.085	33.941	34.284
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	34.225a	0.085	34.053	34.397
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	34.124a	0.085	33.952	34.295
T4-T. c. c. m.	34.338a	0.085	34.166	34.509
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	34.225a	0.085	34.053	34.397
T6-0-60 d. s. m y d. c. m	34.075a	0.085	33.903	34.247
T7-0-90 d. s. m y d. c. m	34.288a	0.085	34.116	34.459
T8-T. c. s. m	34.200a	0.085	34.028	34.372

Cuadro 30. El peso de 100 semillas de los dos genotipos de frijol para los diferentes tratamientos de control de malezas en las variedades de frijol común.

Tratamiento	Descripción de los Tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	0-30 d. c. m y d. s. m	35.050 a	33.175a
2	0-60 d. c. m y d. s. m	35.375a	33.075a
3	0-90 d. c. m y d. s. m	35.325a	32.923a
4	T. c. c. m.	35.225a	33.450a
5	0-30 d. s. m y d. c. m	35.300a	33.150a
6	0-60 d. s. m y d. c. m	35.150a	33.000a
7	0-90 d. s. m y d. c. m	35.250a	33.325a
8	T. c. s. m	35.250a	33.150a

En datos de campo obtenidos por Singh *et al.* (2009), el peso de granos de frijol varió entre 20.4 y 38.5 g, con una media de 27.15 g. El genotipo evaluado fue el Negro Ribereño que registró el peso más alto para esta variable, mientras que la variedad Blanca presentó el peso más bajo. Estos se clasificaron en dos tamaños de granos, pequeños y medianos, según la escala propuesta, distribuyéndose de manera equitativa en un 50%. Armenta-Bojórquez *et al.* (2010) indicaron que las cepas autóctonas podrían mostrar niveles más altos de eficacia debido a su adaptación a las

condiciones del suelo y clima de la región. Por lo tanto, coinciden con los resultados reportados por Montilla (2015), quien también trabajó con el cultivo frijol, y concluyó que, para el peso de 100 g, destacó la variedad Vaina Blanca con un valor promedio de 23.27 g, superó numérica y estadísticamente a la variedad CAU-99 y Playero que alcanzaron los valores numéricos de 21.27 y 20.19 g respectivamente.

Sin embargo, Saldarriaga (2015), quien investigó sobre el cultivo de frijol, explicó que el mayor peso de 100 semillas observado en las diferentes variedades con respecto a los tratamientos depende a las cualidades genéticas de este tipo de planta, que se distingue por tener granos de mayor tamaño en comparación con otras variedades. También explicaron, Aguilar-Benítez *et al.* (2012), que con el cultivo de frijol se destaca el peso de 100 semillas de granos y este se asocia a su capacidad para formar una estructura más robusta, favorecida por una eficiente absorción del abono enriquecido en el entorno de cultivo, así como por una vigorosa área foliar de la variedad. Estas características han contribuido a una formación exitosa de sus frutos. Estos resultados se evidencian con la variedad Pinto Saltillo que mostró un incremento en la cantidad de granos por vaina, lo cual se atribuye a la capacidad de las plantas de esta variedad para demostrar un rendimiento fisiológico y metabólico superior en las condiciones ambientales prevalecientes, contribuyendo así a una formación y estructuración exitosa de los granos.

Por otro lado, Colorado *et al.* (2023), desarrollaron un trabajo con el cultivo de ajonjolí donde se demostró en el análisis de varianza del rendimiento de peso de 100 semillas para diferentes tratamientos de control de malezas, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El rendimiento más elevado se alcanzó con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 días), registrando un promedio de 0.2118 kg/16 m². Le sigue el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con 0.205 kg/16 m² y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 días) con un promedio de 0.193 kg/16 m². En contraste, los tratamientos enmalezados mostraron los rendimientos más bajos, con el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) alcanzando 0.035 kg/16 m² y el tratamiento 7 (enmalezado hasta los 90 días) con 0.092 kg/ 16 m².

4.3.7. Rendimiento de grano

El análisis de varianza para la variable rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$) resultó con diferencias significativas para los factores: variedades ($p=0.025$) y tratamientos de control de maleza ($p=0.000$), para el factor de la interacción variedad con tratamiento de control de malezas no se presentó significancia estadística ($p=0.079$) (Cuadro 31). En la comparación de medias para el factor variedades, se observó que la variedad Pinto Saltillo obtuvo el mayor rendimiento de grano comparado con la variedad Flor de Mayo, con 1.629 y 1.331 ($t\ ha^{-1}$) respectivamente (Cuadro 32).

En la comparación de medias de los tratamientos de control de maleza se observó que los menores rendimientos se encontraron en los tratamientos con un mayor número de días con maleza al inicio del ciclo, comparados con los tratamientos con maleza al final del ciclo. Los tratamientos con los mayores rendimientos fueron el: 1, 7, 6 y 8. (Cuadro 33).

Cuadro 31. Análisis de varianza para el rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$).

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	Sig.
Variedad	1.419	1	1.419	5.393	.025
Trata Maleza	16.046	7	2.292	8.711	.000
Variedad * Trata Maleza	3.627	7	0.518	1.969	.079
Error	12.631	48	0.263		
Total	33.723	63			

Cuadro 32. Valores promedio de rendimiento de grano para las dos variedades de frijol común.

Variedad	Medias ($t\ ha^{-1}$)	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
Pinto Saltillo	1.629a	0.091	1.446	1.811
Flor de Mayo	1.331b	0.091	1.149	1.513

a, b letras diferentes indican diferencia significativa ($p<0.05$)

Cuadro 33. Valores promedio de los diferentes tratamientos de control de maleza para la variable rendimiento de grano.

No. de tratamientos y descripción	Medias (t ha ⁻¹)	Error estándar	95% intervalo de Confianza	
			L.I	L.S
T1-0-30 d. c. m y d. s. m	2.124 a	0.181	1.759	2.488
T2-0-60 d. c. m y d. s. m	1.080 cd	0.181	0.715	1.445
T3-0-90 d. c. m y d. s. m	0.731 d	0.181	0.367	1.096
T4-T. c. c. m.	0.880 d	0.181	0.515	1.245
T5-0-30 d. s. m y d. c. m	1.925 ab	0.181	1.560	2.290
T6-0-60 d. s. m y d. c. m	1.443 bc	0.181	1.078	1.807
T7-0-90 d. s. m y d. c. m	2.014 a	0.181	1.649	2.378
T8-T. c. s. m	1.643 ab	0.181	1.278	2.007

a, b letras diferentes indican diferencia significativa (p<0.05).

En el Cuadro 34 se presenta la comparación de media de los tratamientos de control de malezas, en donde se observa que los tratamientos T1 y T8 tuvieron los mayores rendimientos de grano. En general, los tratamientos libres de malezas al inicio del ciclo fueron los que presentaron los mayores rendimientos.

En el Cuadro 34 se presenta las medias numéricas de los tratamientos de control de malezas en forma separada por variedad, siendo la variedad Pinto Saltillo superior en los tratamientos 1, 4, 5, 6 y 7 de control de malezas, esto demostró mayor adaptabilidad de esta variedad en tratamientos de control de malezas.

Cuadro 34. Rendimiento de grano (t. ha⁻¹) de dos genotipos frijol para los diferentes tratamientos de control de malezas.

No. Tratamiento	Descripción Tratamiento	Media	
		Pinto Saltillo	Flor de Mayo
1	T1-0-30 d. c. m y d. s. m	2.578	1.670
2	T2-0-60 d. c. m y d. s. m	0.900	1.260
3	T3-0-90 d. c. m y d. s. m	0.645	0.818
4	T4-T. c. c. m.	1.065	0.695
5	T5-0-30 d. s. m y d. c. m	2.220	1.630
6	T6-0-60 d. s. m y d. c. m	1.523	1.363
7	T7-0-90 d. s. m y d. c. m	2.518	1.510
8	T8-T. c. s. m	1.583	1.703

De acuerdo con los resultados obtenidos por Osuna *et al.* (2012) utilizando diversas técnicas de siembra de cultivo de frijol en diferentes zonas de producción, se encontró que el rendimiento promedio total de los diez genotipos de frijol común fue de 64.5% menor en situaciones de poca humedad o humedad temporal. El estudio de la variación en el rendimiento del grano bajo condiciones climáticas variables mostró que hay una diferencia significativa entre los diferentes genotipos. Se observó que un único genotipo sobresale en el rendimiento del grano durante períodos de sequía. Estos hallazgos subrayan la relevancia de ajustarse de manera específica a un entorno o a la interacción entre los genes y el ambiente. Por lo tanto, Blanco *et al.* (2011), señalaron que hasta al momento no se ha aprovechado plenamente la adecuación particular en el proceso de desarrollo de variedades de frijol para su cultivo en condiciones de lluvia irregular, que es muy desfavorable en fechas de siembra tardías, lo anterior es bajo la consideración de aspectos como la precocidad de los materiales y las altas densidades de plantas en la producción de este cultivo.

Según López *et al.* (2008), bajo el enfoque de siembra de cultivo de frijol utilizando seis hileras para la producción de este grano durante condiciones de temporal, se observó un rendimiento superior en comparación con los obtenidos mediante otros dos métodos de siembra (tres hileras e hilera sencilla). La máxima producción se registró para Pinto Saltillo con 1.29 toneladas por hectárea, mientras que la mínima se observó en los materiales intermedios Flor de Mayo Dolores y Azufrado-2 con 0.92 toneladas por hectárea respectivamente. Los rendimientos de la mayoría de los genotipos de la clase pinto, en los tres métodos de siembra, confirmaron su adaptación a las condiciones de temporal desfavorable en la región del estado de Sinaloa México. Esta adaptación se tradujo en rendimientos aceptables, ya sea en siembras de baja o alta densidad de plantas bajo condiciones de temporal (Osuna *et al.*, 2012).

Por lo tanto, Duarte (2018) registró un valor numérico de peso de semilla entre 200 a 230 g por cada 1,000 semillas en variedades de frijol. Esto sugiere que, para lograr un mayor peso de semilla en condiciones de menor humedad, es necesario identificar a los genotipos o líneas de mejor rendimiento en la producción de grano. Según el IICA

(2009), se registraron rendimientos de semilla en la producción de frijol de 1,181.82 kg por hectárea en sistemas agrícolas bajo riego y aplicando prácticas innovadoras en fertilización y otras actividades de manejo. Además, el INTA (2019) informó que ha logrado obtener un rendimiento de semilla que oscila entre 1,272.73 y 1,500 kg por hectárea bajo condiciones de temporal. Por otra parte, con respecto a los genotipos, Pinto Saltillo y Flor de Mayo se obtuvo un peso promedio de granos significativamente superior en comparación con otros genotipos que se cultivaron, donde se demostró una diferencia significativa entre los genotipos. El peso de los granos está directamente vinculado al tamaño de estos y la clasificación de peso de 100 semillas, de las tres variedades evaluadas se ubicaron en la categoría de tamaño medio (entre 26 g y 40 g por cada 100 granos), siguiendo la escala establecida por CIAT (2021).

Según los resultados de la investigación realizada por Duary y Hazra (2013) quienes trabajaron con el cultivo de frijol en diferentes periodos de tiempo, con diferentes tratamientos para el control de malezas, encontraron que los tratamientos que mantuvieron el cultivo libre de malezas durante los primeros 30 días mostraron una mayor producción de semillas por planta. Por el contrario, los tratamientos enmalezados obtuvieron los resultados más bajos en la producción de granos por planta. Estos hallazgos destacan la influencia directa del control de malezas en el cultivo, sobre su calidad, producción y rendimiento de grano.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Yanet *et al.* (2018), quienes investigaron sobre diferentes variedades de frijol, explicaron que, el rendimiento promedio de la variedad San Rafael fue de 1,665.0 kg. ha⁻¹, con fluctuaciones que oscilaron entre 668.0 kg/ha y 3,216.0 kg/ha⁻¹. Por otra parte, la variedad Rarámuri exhibió un rendimiento medio de 1,861.0 kg/ha⁻¹, con variaciones comprendidas entre 535.0 kg. ha⁻¹ y 2,996.0 kg/ha. Con respecto a la variedad Pinto Saltillo, su rendimiento promedio fue de 1,581.0 kg/ha, con un rango que abarcó desde 743.0 kg. ha⁻¹ y hasta 2,113.0 kg/ha⁻¹. En cuanto a la variedad Salinas, registró un rendimiento medio de 1,728.0 kg. ha⁻¹, con variaciones que oscilaron entre 775.0 kg. ha⁻¹ y 3,209.0 kg. ha⁻¹. A pesar de que el valor mínimo de cosecha fue más elevado en la variedad Salinas, no se observaron diferencias significativas en el valor máximo entre Salinas y San Rafael,

destacando así el alto potencial de la variedad Salinas en diversos entornos, considerando estos resultados numéricos del rendimiento de diferentes variedades de frijol, son muy similares a los obtenidos en la presente investigación.

4.4. Relación funcional entre la producción de grano frijol en (t. ha⁻¹) y la duración del cultivo con presencia de malezas en el genotipo Pinto Saltillo.

Los resultados revelaron una conexión clara y directa, donde se observó una disminución en el rendimiento a medida que aumentaba el tiempo con maleza, lo cual sugiere una relación lineal significativa con una pendiente negativa. El modelo utilizado para la estimación fue:

$Y = 0.0115 - 2.008 X_i$, en donde Y = rendimiento (t. ha⁻¹) y X = días con maleza.

De la ecuación se obtiene que por cada día con maleza el rendimiento disminuye en 11.5 kg ha⁻¹ (Figura 11).

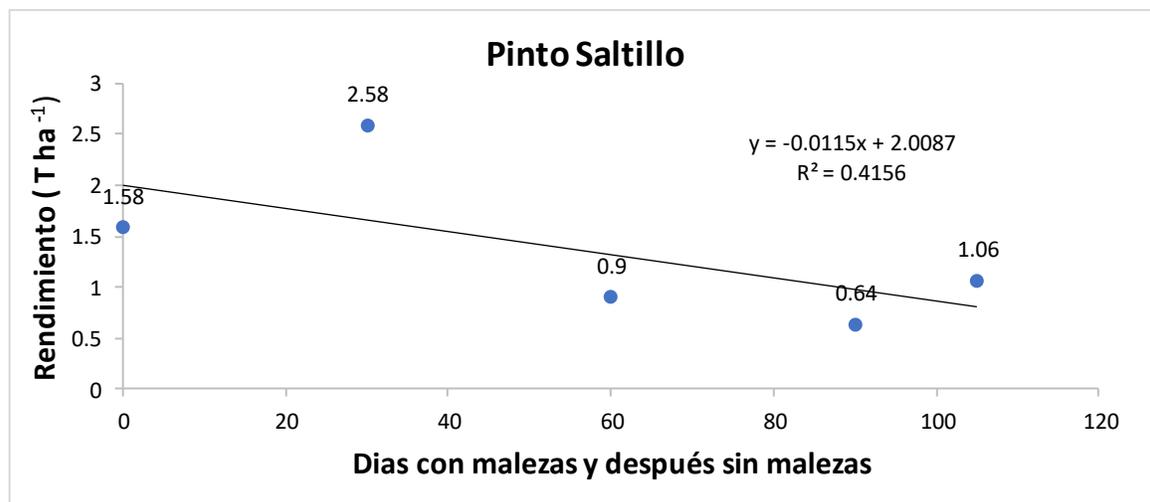


Figura 11. Se observa una gráfica con una relación lineal con tendencia negativa al tomar el manejo de cultivo de frijol con malezas y después sin malezas en cada uno de sus tratamientos.

En la gráfica que apareció en la figura anterior, se observó una relación funcional entre la producción de granos de *Phaseolus vulgaris* y el tiempo en que el cultivo permaneció con competencia con malezas en el genotipo Pinto Saltillo.

4.5. Relación funcional entre el rendimiento de grano (t. ha⁻¹) de *Phaseolus vulgaris* y el tiempo en que el cultivo permanece sin competencia con malezas en el genotipo Pinto Saltillo.

Los resultados revelaron una asociación directa y estadísticamente relevante, demostrando que a medida que se incrementa el tiempo sin competencia de malezas, también se incrementa el rendimiento de grano. El modelo utilizado para estimar estos resultados fue:

$Y = 1.44 - 0.0058 X_i$, en donde Y = rendimiento (t. ha⁻¹) y X = días sin competencia con malezas.

De acuerdo con la fórmula utilizada para realizar el cálculo donde cada día que permaneció el cultivo sin competencia de malezas resultó en un incremento en el rendimiento de grano de 5.8 kg ha⁻¹ diarios (Figura 12).

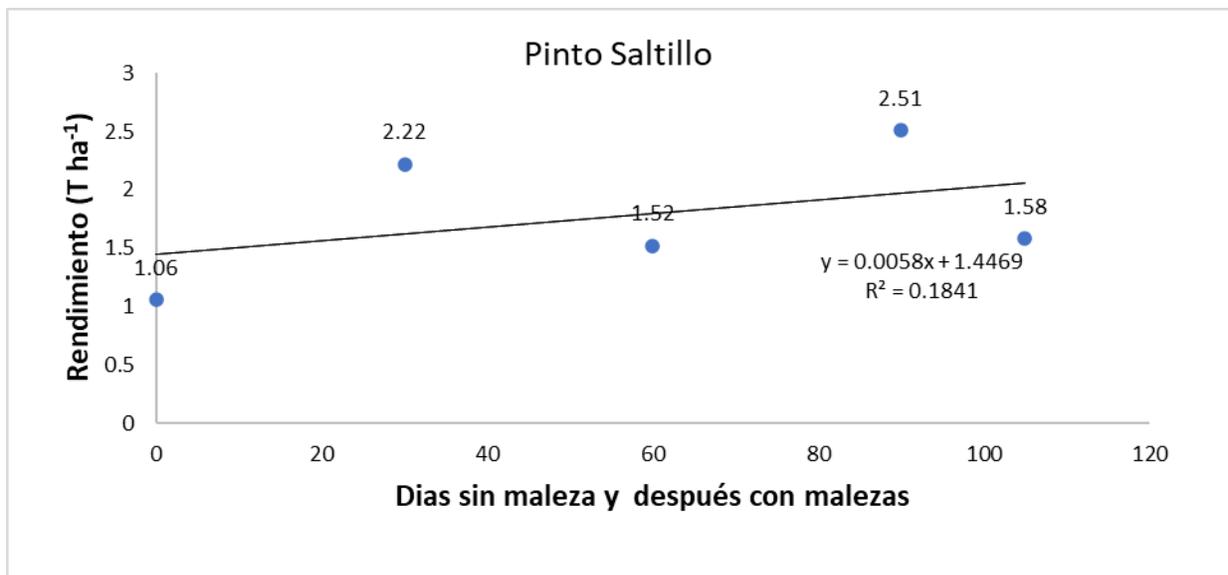


Figura 12. Gráfica con una relación lineal con tendencia positiva al tomar el manejo de cultivo de frijol sin malezas y después con malezas en cada uno de sus tratamientos.

4.6. Período crítico de competencia bajo diferentes métodos de control con y sin malezas durante el ciclo de cultivo para el genotipo (G1) Pinto Saltillo.

De acuerdo con los resultados que brinda la gráfica corresponde a la variedad Pinto Saltillo durante su ciclo de vida en el campo, para diferentes métodos de control de maleza, al mantener las malezas bajo control durante todo el ciclo de producción, se logró evitar por completo la competencia, lo que resultó en un rendimiento de 2.51 t. ha⁻¹, equivalente al 100% de la producción bajo estas condiciones. Por otro lado, el rendimiento más bajo se observó en el tratamiento donde las malezas estuvieron presentes durante todo el ciclo, con solo 1.0 t. ha⁻¹.

Al analizar la curva de regresión relacionada con los períodos libres de malezas, se notó que, en el grupo sin malezas, luego de transcurridos 30 días, desde la siembra, los rendimientos comenzaron a aumentar. Durante este lapso, se destacó especialmente el incremento en la curva entre los tratamientos sin malezas desde los 30 hasta los 90 días después de la siembra. Por consiguiente, este intervalo de tiempo se identifica como el período crítico de competencia para esta variedad en las condiciones de esta región. Este periodo crítico se define como el tiempo mínimo en el que el cultivo de frijol debe estar libre de malezas para evitar pérdidas significativas en el rendimiento de grano. En la gráfica se puede observar un punto intersección entre la curva de regresión de los tratamientos 30,60, y 90 días después de la siembra sin malezas y la curva de regresión con los tratamientos de 30, 60 y 90 días después de la siembra con malezas, ambas curvas realizan una intersección a los 35 días después de la siembra con y sin malezas en una apreciación visual (Figura 13).

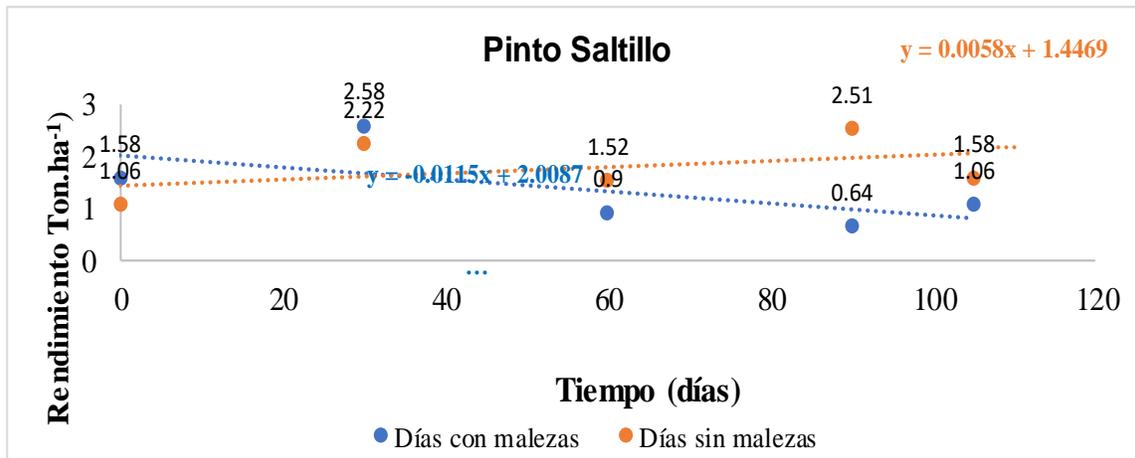


Figura 13. Rendimiento de grano del cultivo de frijol común (t. ha⁻¹) bajo diferentes períodos de competencia con malezas y sin malezas durante el experimento corresponde al genotipo Pinto Saltillo.

Por otra parte, en cuanto a los tratamientos que involucraban la presencia de malezas, se observó que los rendimientos eran aceptables hasta los 30 días después de la siembra. Sin embargo, a partir de este punto, se evidenció una disminución en los rendimientos. Los tratamientos 3 y 4 (90 d. c. m y d. s. m; t. c. c. m) mostraron los rendimientos más bajos. El período crítico de competencia, es decir, el tiempo en el que es crucial para controlar las malezas, se extendió a lo largo de 35 días. En consecuencia, se recomienda que el genotipo Pinto Saltillo se mantenga libre de competencia con malezas desde los 30 hasta los 90 días después de la siembra. Durante este periodo, se requiere una atención especial desde el punto de vista técnico agrícola para optimizar el cultivo.

4.7. Relación funcional entre el rendimiento de grano ($t. ha^{-1}$) de *Phaseolus vulgaris* y el tiempo en que el cultivo permanece con competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo bajo diferentes métodos de control (periodos).

En los resultados encontrados se reveló una asociación significativa de naturaleza lineal, donde se observa una disminución en el rendimiento a medida que se prolonga el período de competencia con maleza. El modelo estimado fue:

$Y = 1.8312 - 0.0106 X_i$, en donde Y = rendimiento ($t. ha^{-1}$) y X = días con competencia con maleza.

La ecuación revela que cada día con maleza reduce el rendimiento en $10.6 kg ha^{-1}$. (Figura 14).

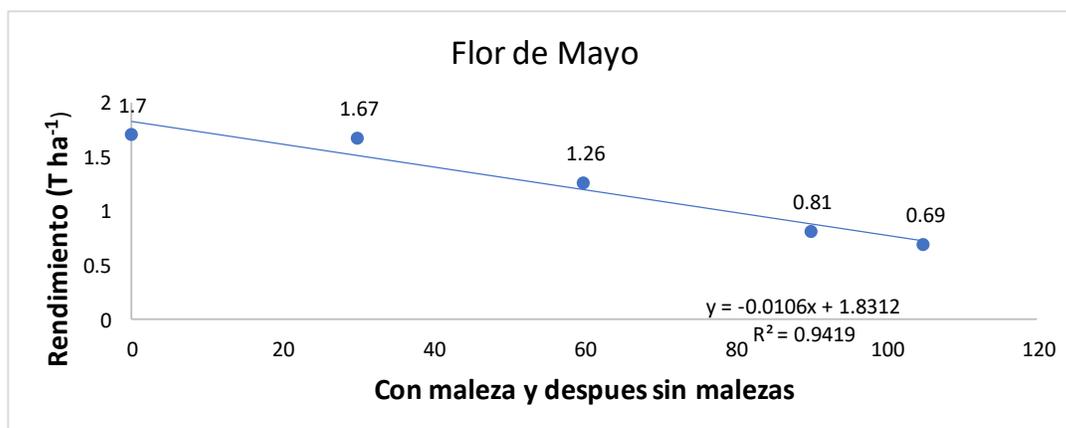


Figura 14. Relación funcional entre el rendimiento de grano *Phaseolus vulgaris* y el tiempo en que el cultivo permaneció con competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo.

4.8. La relación entre la cantidad de granos producidos por *Phaseolus vulgaris* (t. ha⁻¹) y el período de competencia en el cual el cultivo no se vio afectado por la competencia con malezas en la variedad Flor de Mayo.

Los resultados revelaron una relación lineal notable con una pendiente positiva, lo que sugiere que a medida que aumenta el tiempo sin competencia de malezas en esta variedad, también aumenta su rendimiento. El modelo estimado fue:

$Y = 0.9751 - 0.0071 X_i$, en donde Y = rendimiento (t. ha⁻¹) y X = días sin competencia con maleza.

De la ecuación se obtiene que por cada día sin competencia con maleza el rendimiento aumenta en 7.1 kg ha⁻¹. (Figura 15).

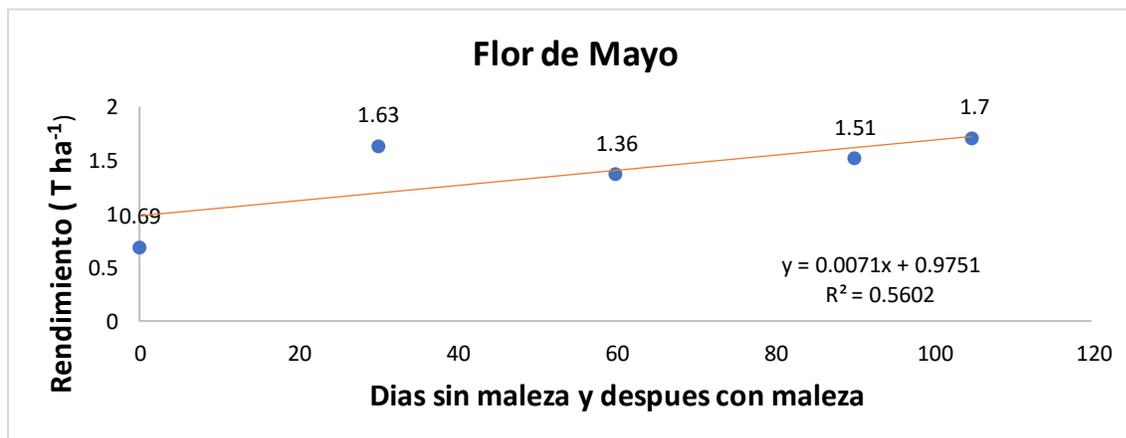


Figura 15. Relación funcional entre el rendimiento de grano de *Phaseolus vulgaris* y el tiempo en que el cultivo permanece sin competencia con malezas en el genotipo Flor de Mayo.

4.9. Período crítico de competencia bajo diferentes métodos de control con y sin malezas durante el ciclo de cultivo para el genotipo (G2) Flor de Mayo.

Según los datos de la gráfica que aparecen en la figura anterior, al cultivar la variedad Flor de Mayo sin competencia de malezas durante todo el ciclo de vida, se obtuvo un rendimiento de 1.7 t. ha⁻¹, equivalente al 100 % de la producción esperada en estas circunstancias. Por otro lado, el rendimiento más bajo se registró en el tratamiento con malezas durante todo el ciclo, con 0.69 t. ha⁻¹.

Al analizar la curva de regresión asociada a los períodos libres de malezas, se observó que los rendimientos comenzaron a aumentar después de los 30 días de realizada la siembra. También se observó un incremento notable en los rendimientos entre los 30 y 60 días, un período crítico para esta variedad en estas condiciones específicas. Estos hallazgos definen el tiempo mínimo necesario para que el cultivo de frijol permanezca sin malezas y evite pérdidas significativas de rendimiento de grano (Figura 16).

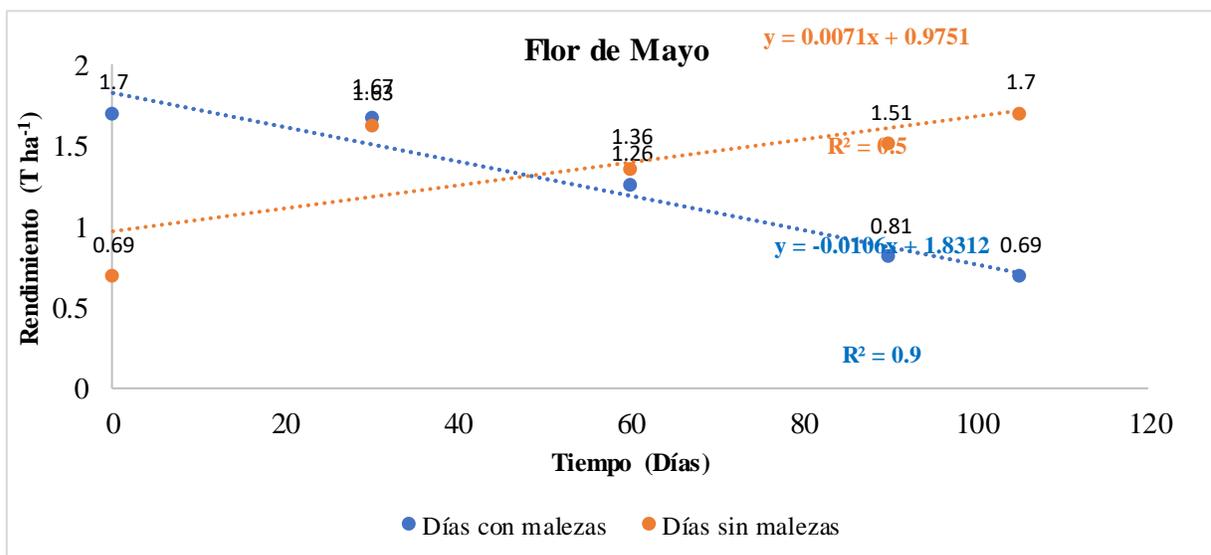


Figura 16. Rendimiento de grano de cultivo de frijol (t. ha⁻¹) en diferentes períodos con malezas y sin malezas en el genotipo Flor de Mayo, para determinar el período crítico de competencia bajo diferentes periodos de control con malezas.

En cuanto a los tratamientos con malezas, se observa que los rendimientos son elevados hasta los 30 días después de la siembra (d. d. s.), a partir de los cuales comienzan a disminuir. Los tratamientos 3 y 4 (90 d. c. m y d. s. m; t. c. c. m.) muestran los rendimientos más bajos. Se identifica un período crítico de competencia de malezas de 30 días, durante el cual es crucial mantener la variedad Flor de Mayo libre de malezas, comprendido entre los 30 y 45 días después de la siembra. Este periodo demanda una atención especial desde el punto de vista fitotécnico agrícola.

Villares (2020), trabajó con el cultivo de frijol y evaluó diferentes tratamientos con y sin malezas, se observaron diferencias significativas en el rendimiento de grano. Sin

embargo, en el tratamiento 2, que consistió en mantener los primeros 45 días sin malezas y luego permitir el crecimiento de las malezas, obtuvo el rendimiento más alto con un promedio de 1274 kg/ha⁻¹. Por otro lado, el tratamiento 1, donde se eliminaron las malezas durante los primeros 20 días y luego se permitió su presencia, alcanzó un rendimiento de 1158 kg/ha⁻¹. En otro experimento realizado por, Blanco-Valdés *et al.* (2018), quienes trabajaron con el cultivo de pimiento en campo abierto donde se evaluaron diferentes periodos de competencia con malezas mediante diferentes tratamientos de control, encontraron que en el tratamiento 4, que mantuvo las malezas durante los primeros 45 días y luego las eliminó, registró el rendimiento más bajo con un promedio de 1194 kg.ha⁻¹ y se concluyó que la baja de los rendimientos que registró este cultivo fueron ocasionados principalmente por las malezas que afectaron el rendimiento del cultivo. De acuerdo con Vera (2017), quien investigó sobre cultivo zanahoria, concluyó que las malezas compiten con las leguminosas por recursos esenciales como agua, luz y nutrientes, cruciales para su supervivencia. La presencia de malezas en los campos agrícolas puede obstaculizar el crecimiento de los cultivos a través de la competencia y la liberación de sustancias alelopáticas, lo que resulta en una disminución en la producción. En este estudio, se observó que la presencia de malezas afectó el desarrollo del cultivo de frijol, provocando deficiencias nutricionales debido a la competencia por los nutrientes entre las malezas y los cultivos.

De acuerdo con Martínez-Carriel *et al.* (2021), quienes evaluaron las características agronómicas de diferentes variedades de maíz (*Zea mays* L.) en la localidad El Triunfo, provincia del Guayas se observó que los tratamientos T1 y T2, que no presentaron malezas durante su fase inicial de crecimiento, obtuvieron un mejor rendimiento de grano. Esto se atribuye a la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo óptimo del cultivo en ausencia de competencia con malezas. Los resultados mostraron que los tratamientos alcanzaron alturas promedio de 55.07 cm y 59.53 cm, respectivamente. Estos hallazgos coinciden con los de Damian (2017), quien concluyó en su investigación que, durante el período crítico inicial del cultivo, es crucial mantenerlo libre de malezas durante los primeros 10 a 30 días después de la siembra.

Asimismo, Darcia *et al.* (2015) que investigaron sobre el cultivo de maíz, explicaron que al controlar las malezas durante todo el ciclo se logró obtener un rendimiento superior, por el contrario, con la falta de control de malezas, dio como resultado rendimientos de grano bajos: de 1.50 y 2.80 t. ha⁻¹, T5 y T7 respectivamente. Este hallazgo se replicó en el estudio de Cují-Pilco (2020) en el cultivo de *Lupinus mutabilis*, donde los mayores rendimientos se obtuvieron cuando el cultivo estuvo libre de competencia de malezas durante un período prolongado, mientras que los rendimientos más bajos se registraron durante el período con mayor competencia de malezas, alcanzando 457.14 y 3412.85 kg ha⁻¹, respectivamente.

Martínez-Carriel *et al.* (2021) establecieron que, es aconsejable llevar a cabo el control de malezas durante los primeros 30 y 60 días después de la siembra, para prevenir pérdidas en los cultivos. Esta práctica ayuda a evitar el desarrollo de malezas gramíneas y plantas de hoja ancha (dicotiledóneas), las cuales compiten por recursos como: nutrientes, luz, dióxido de carbono, espacio y agua, con las especies vegetales cultivadas.

4.10. Número de malezas, especies y densidad de malezas encontradas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) ciclo verano Marín N.L 2023.

En el campo experimental donde se llevó a cabo el estudio, se identificaron un total de dieciséis (16) especies de malezas (Cuadro 37). Las mismas especies fueron encontradas en los tratamientos donde se permitió el crecimiento de malezas durante todo el ciclo, en las cuatro repeticiones del experimento, encontrando que pertenecían a diversas familias botánicas. Todos los hallazgos fueron meticulosamente documentados en el libro de campo del experimento realizado en el cultivo de frijol durante su ciclo completo (Cuadro 35).

Cuadro 35. Cantidad de plantas no deseadas (malezas) identificadas según la clasificación botánica durante el periodo de la investigación en el campo agrícola experimental de la unidad Marín de la FAUANL, Marín Nuevo León, verano 2023.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	Quelite de agua (QA)	Planta anual
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Zacate pinto (ZP)	Planta anual
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	Quelite blanco (QB)	Planta anual
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> (L.)	Quelite espinoso (QE)	Planta anual
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Correhuela anual (CA)	Planta anual
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Rey dormido	Planta perenne
Euphorbiaceae	<i>Acalypha indica</i> L. var. <i>Mexicana</i>	Hierba del Cáncer (HC)	Planta anual
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Mala mujer (ML)	Planta anual
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> (L.)	Chayotillo (CH)	Planta anual
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitoides</i>	Quelite espatulado (QES)	Planta anual
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>	Tomatillo silvestre (TO)	Planta anual
Convolvulaceae	<i>Ipomoea trichocarpa</i> (L.)	Correhuela trilobada (C T)	Planta anual
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.)	Zacate liendrilla (Z L)	Planta perenne
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	Zacate Johnson (Z J)	Planta perenne
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	Zacate toboso (ZTO)	Planta Perenne
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i>	Hierba de la golondrina (HG)	Planta anual
Total	16		

Las principales especies vegetales arvenses que se encontraron presentes con más altas densidades de población en el experimento fueron: *Amaranthus retroflexus* L., *Echinochloa colona* L., Link, *Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus spinosus* L., *Sporobolus indicus* L. y *Hilaria mutica*, por lo tanto, estas especies fueron las que más afectaron el rendimiento de los dos genotipos de frijol común bajo estudio.

4.11. Densidad poblacional de las especies de malezas

La densidad poblacional de las especies de malezas encontradas en el experimento aparece en el Cuadro 36.

Cuadro 36: Densidad poblacional de las especies de malezas por familia botánica, nombre científico y común, por metro cuadrado.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Densidad de malezas (1m ²)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	Quelite de agua (QA)	148
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Zacate pinto (ZP)	21
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	Quelite blanco (QB)	176
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> (L.)	Quelite espinoso (QE)	168
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Correhuela anual (CA)	0 *
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Rey dormido	0 *
Euphorbiaceae	<i>Acalypha indica</i> L. var. <i>Mexicana</i>	Hierba del Cáncer (HC)	0 *
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Mala mujer (ML)	0 *
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> (L.)	Chayotillo (CH)	0 *
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitoides</i>	Quelite (Q F)	9
Solanaceae	<i>Physalis ixocarpa</i>	Tomatillo (TO)	9
Convolvulaceae	<i>Ipomoea trichocarpa</i> (L.)	Correhuela trilobaldea (CT)	3
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.)	Zacate liendrilla (Z L)	40
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	Zacate Johnson (Z J)	1
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	Zacate tobozo (ZTO)	40
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i>	Hierba de la golondrina (HG)	1
Total	16		616

* En las especies vegetales donde se observó cero densidades de población, es porque no se encontraron en las parcelas de muestreo (T.C.M.), pero si aparecieron en el experimento en otras parcelas de muestreo o en los bordes del experimento (Figura 17).

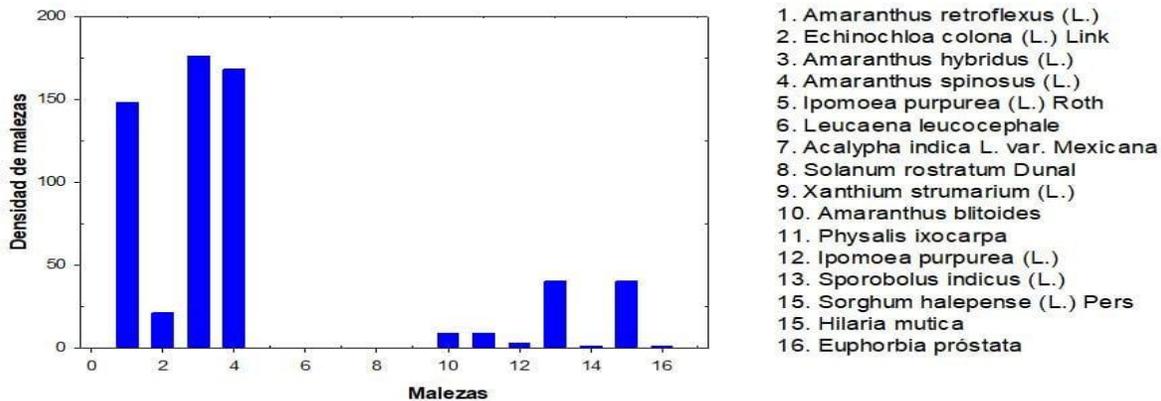


Figura 17. Principales especies de malezas encontradas en el experimento de frijol común en Marín N.L FAUANL, verano 2023.

El número de especies de malezas encontradas en esta investigación fue similar a lo que fue obtenido por Ramírez- Jiménez (2023), quien trabajó con el cultivo de girasol, donde se encontró que las especies con mayores densidades de población fueron: *Amaranthus retroflexus* (L.), *Echinochloa colona* (L.), Link, *Amaranthus hybridus* (L.) y *Amaranthus spinosus* (L.), las cuales se presentaron en altas densidades, y por lo tanto afectaron el rendimiento de grano del girasol. La cantidad de especies de malezas identificadas en esta investigación es comparable a la que se obtuvo por Ibarra-Velásquez y Kuffo-Pacheco, (2018) en el cultivo de maní, en donde encontraron una densidad de 25.75 plantas.m² de *Ipomoea sp.* Además, en el cultivo de berenjena, Aramendiz-Tatis *et al.* (2010) identificaron las densidades más elevadas de *A. retroflexus* y *E. colona*, abarcando de 12.0 a 25.3 plantas. m².

Por lo tanto, el número de especies registradas en este estudio, son similares a las que identificaron en el cultivo de frijol Octavio -Cano y Ernesto- López, (2016) pero algunas de las dieciséis especies son diferentes. Estos investigadores encontraron en la primera evaluación que la flor amarilla (*Aldama dentata*) y el zacate pitillo (*Broporus unisetus*) se destacaron como las especies dominantes, con porcentajes del 47,53% y 19,75%, respectivamente. En la segunda evaluación, estas mismas especies continuaron predominando, con porcentajes de 42,25% y 17,84%, respectivamente.

La alta proporción de dominancia se evidencia al superar conjuntamente el 60% de la densidad total de maleza. Además de las malezas dominantes en ambas evaluaciones, se registraron en otras especies como la malva peluda (*Malachra fasciata*), zacate de agua (*Echinochloa colona*), coquillo (*Cyperus rotundus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), collarillo (*Phyllanthus niruri*) y cardo santo (*Argemone achroleuca*) con valores inferiores al 9,88%, según Gonzales-Ruíz *et al.* (2020), la variación en el número de especies de diferentes tipos de malezas fue por la efectividad de los herbicidas.

Por otra parte, la densidad de malezas registrada por Octavio -Cano y Ernesto- López, (2016) por hectárea a los 33 y 42 días después de la emergencia del cultivo de frijol fue de 1,620,000 y 2,130,000 plantas, respectivamente, lo cual se considera elevado en comparación con la densidad poblacional del cultivo. La primera evaluación de la densidad poblacional de malezas se realizó después de 33 días de la emergencia del cultivo. Esta demora se atribuyó a la escasez de humedad en los primeros 15 días posteriores a la germinación del cultivo, lo que obstaculizó la emergencia de las malezas.

4.12. Dominancia y Frecuencia de malezas en los dos genotipos frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluados.

Las principales especies que se encontraron presentes con más altas densidades de población dentro del experimento fueron: *Amaranthus retroflexus* L., *Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus spinosus* L., seguidos de *Sporobolus indicus* L., e *Hilaria mutica* (Cuadro 39). Estas especies fueron las que presentaron la mayor dominancia y frecuencia, por lo que fueron las especies que principalmente afectaron el rendimiento de los dos genotipos de frijol común en el experimento (Cuadro 37, Figura 18).

Cuadro 37: Dominancia y frecuencia poblacional de las especies de malezas por familia botánica y por metro cuadrado en todas las parcelas del experimento.

Especies	Dominancia %	Frecuencia %
<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	24.0	100
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	3.4	100
<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	28.57	100
<i>Amaranthus spinosus</i> (L.)	27.27	100
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0
<i>Acalypha indica</i> L. var. <i>Mexicana</i>	0	0
<i>Solanum rostratum</i> Dunal	0	0
<i>Xanthium strumarium</i> (L.)	0	0
<i>Amaranthus blitoides</i>	1.46	25
<i>Physalis ixocarpa</i>	1.46	25
<i>Ipomoea trichocarpa</i> (L.)	0.48	25
<i>Sporobolus indicus</i> (L.)	6.49	100
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	0.16	25
<i>Hilaria mutica</i>	6.49	100
<i>Euphorbia próstata</i>	0.16	25
Total	16	100

En esta grafico se puede observar las especies de malezas que presentaron con mayor frecuencia y dominancia en el experimento (Figura 18).

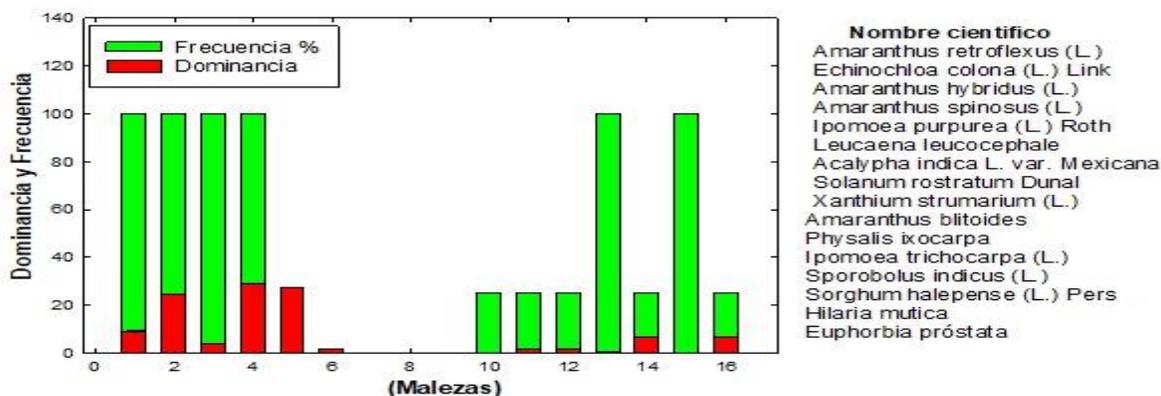


Figura 18. Dieciséis principales especies de malezas encontradas en el experimento de frijol común, verano del 2023 Marín Nuevo León FAUANL.

De acuerdo al resultado obtenido por Ramírez (2023), quien trabajó con el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en Marín Nuevo León en primavera 2023, se encontraron varias especies vegetales presentes con mayor dominancia y frecuencia estas fueron: *Amaranthus retroflexus* L., *Echinochloa colona* (L.) Link., *Amaranthus*

hybridus (L.) y *Amaranthus spinosus* L., las cuales fueron encontradas en los cuatro muestreos realizados.

Aramendiz-Tatis *et al.* (2010) en el cultivo de café, concluyeron que los valores más altos de dominancia y frecuencia de las malezas se atribuyen a la naturaleza del cultivo, al momento de siembra y a la existencia de semillas y propágulos de malezas en el suelo, los cuales posiblemente estaban en un estado de latencia. Coinciden con lo expuesto por García *et al.* (2000), quienes sugieren que la presencia de elevadas poblaciones de malezas se origina debido a la abundancia de semillas en el suelo y su habilidad para competir por luz, agua y nutrientes. Además, esto puede generar competencia interespecífica con otras especies, impidiendo su predominancia en el mismo entorno.

Por otro lado, Blanco-Valdés *et al.* (2018), quienes investigaron sobre el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L. *var annuum*) registraron menores cantidades de especies vegetales de malezas, eso se debe a las condiciones climáticas prevalecientes durante la duración del experimento. Por otra parte, señalaron que muchas especies vegetales de malezas prosperan en condiciones de abundante precipitación o cuando hay interacciones alelopáticas entre ellas. Además, se informa que la predominancia de malezas en los cultivos puede estar relacionada con el historial del campo, ya que el uso excesivo de herbicidas para su control puede generar resistencia con el tiempo, resultando en la dominancia de ciertas especies de malezas.

4.13. Descripción de las diferentes especies de malezas encontradas durante el desarrollo del experimento en parcelas con tratamiento de control malezas ciclo verano 2023.

4.13.1. Especie: *Amaranthus retroflexus* (L.)

Es una planta que completa su ciclo de vida en un año y puede alcanzar alturas de 15 a 100 cm, manteniéndose en posición erecta. El tallo muestra una pubescencia en la parte superior. Las hojas pueden tener forma ovalada, elíptica o romboidal. Las flores se encuentran agrupadas en una inflorescencia terminal de tonalidad verdosa, con un espicastro terminal que tiene una longitud similar a los laterales. Los pétalos de las flores son espatulados, con ápices obtusos o emarginados, a menudo con mucrones, y superan en longitud al fruto, el cual tiene la característica de ser tipo pixidio (Dana et al., 2003). (Figura 19).



Figura 19. Foto con planta adulta de especie: *Amaranthus retroflexus* (L)

Estas plantas silvestres brotan durante la temporada primaveral y son visibles en los márgenes de senderos, campos cultivados y áreas removidas del suelo. Además, tienen la capacidad de establecerse tanto en cultivos que dependen de la lluvia como en aquellos que son irrigados, como los huertos frutales, los cultivos de hortalizas, maíz y frutas, respectivamente. Su distribución abarca varias regiones y tienen su origen en América del Norte (Villaseñor y Espinosa, 1998).

4.13.2. Especie: *Echinochloa colona* (L.) Link

Es una planta de ciclo anual que prospera en zonas húmedas y propensas a inundaciones, con un marcado crecimiento en forma de macollos. Sus hojas, de superficie lisa y sin vello, ocasionalmente adquieren tonalidades moradas (Figura 20).



Figura 20. Foto de planta adulta de especie: *Echinochloa colona* (L.)

Es fácilmente identificable entre otras gramíneas al carecer de lígula. Las láminas son lineales, y en algunos biotipos de la especie, se observan manchas de color púrpura o rojizo. La panícula, de forma lineal a piramidal, se compone de espigas falsas compactas. Las espiguillas, de forma ovoide, carecen de aristas o presentan aristas cortas. Los frutos son cariopsides ovoides sin arista en el extremo. (Villaseñor y Espinosa, 1998).

4.13.3. Especie: *Amaranthus hybridus* (L.)

Es una planta anual que presenta tallos erguidos, lisos en la parte inferior y volviéndose ligeramente peludos o escasamente pubescentes hacia arriba, con tricomas de hasta 1 mm de longitud, muy finos y de forma irregularmente doblada. La planta es monoica. Las hojas son puntiagudas o agudas hacia el extremo, lisas y escasamente peludas solo en las venas, con tricomas delgados e irregularmente doblados. Las inflorescencias suelen tener un número limitado de ramificaciones, siendo compactas, con partes espigadas en los extremos de los tallos, en las ramas y en las axilas de las hojas superiores del tallo principal (Rzedowski y Rzedowski, 2001). (Figura 21).



Figura 21. Foto con planta adulta de especie : *Amaranthus hybridus* (L.)

Las terminales exhiben numerosas ramificaciones laterales con cimas densamente agrupadas. Las partes compactas presentan de una a cuatro flores estaminadas, con brácteas angostamente triangulares u ovaladas, de 2.5 a 3 mm de longitud, casi transparentes, con una nervadura principal que se extiende considerablemente. Las bractéolas son más largas que las flores, siendo las dos inferiores estrechamente ovaladas con un nervio principal robusto, similar a las de arriba. En las flores con estambres, se observan 5 sépalos desiguales, ampliamente lanceolados y algo cymbiformes; el tépalo más largo mide entre 2.5 y 2.9 mm, mientras que los otros oscilan entre 2 y 2.3 mm de longitud, siendo más anchos cerca de la mitad y acuminados en el ápice. Los filamentos miden entre 0.7 y 1.4 mm, y las anteras tienen una longitud de 0.8 a 1 mm. En las flores pistiladas, se aprecian 5 tépalos desiguales y membranáceos, con estigmas 2 o 3, que alcanzan una longitud de 0.5 a 0.7 mm. El utrículo es delgado y escarioso, frecuentemente liso o ligeramente rugulado en la mitad superior, con una característica circuncisión. Las semillas son lenticulares, con un diámetro de 0.9 a 1.1 mm, presentando una fina reticulación y un color café oscuro lustroso (Villaseñor y Espinosa, 1998).

4.13.4. Especie: *Amaranthus spinosus* (L.)

Esta especie se originó en las regiones tropicales de América del Sur y América Central. Se halla en áreas de clima cálido, aunque también prospera en entornos tanto húmedos como secos. Su crecimiento se extiende por campos cultivados, jardines,

bordes de carreteras y terrenos en barbecho. Es una maleza de gran relevancia en 44 países, causando daños a los cultivos de arroz en Asia, así como a los de maíz, maní y yuca en Ghana, algodón en Mozambique, Tailandia, Nicaragua y Estados Unidos, caña de azúcar en Sudáfrica, y campos de hortalizas en Indonesia. Además, actúa como hospedero de nemátodos y plagas, y se considera tóxica para el ganado (Villaseñor y Espinosa, 1998). (Figura 22).



Figura 22. Foto de planta adulta de especie: *Amaranthus spinosus* (L.)

Esta especie se distingue fácilmente en el campo debido a que es la única dentro de su género que presenta espinas en la base del pecíolo. Es una hierba anual de alrededor de un metro de altura, con un tallo ramificado. Sus hojas son de forma ovada-rómbica a lanceolada, obtusas, con dimensiones que van de 2.6 a 4.7 cm de longitud y 0.5 a 8.0 cm de ancho. Además, presenta dos espinas axilares de 6-9 mm en cada hoja, con un pecíolo que mide entre 0.5 y 1.0 cm. Las panículas o espigas se encuentran en las secciones terminales o axilares. Las brácteas y bractéolas son lanceoladas y más cortas que los tépalos, midiendo 1.5 mm de longitud. Los tépalos de la flor estaminada son 5, oblongo-lanceolados, agudos o acuminados, con una longitud de 2 mm. Los estambres son 5, de color verde oscuro, con anteras de 0.5-1.0 mm de longitud y filamentos de 0.5 mm. La flor carpelada tiene 5 tépalos oblongos, obtusos o agudos, de 1-2 mm de longitud. El ovario alcanza hasta 1 mm de longitud, con un estilo nulo y estigmas de 1.0-1.5 mm de longitud. El fruto es ovoide, incompletamente dehiscente, con dimensiones de 1.8 mm de longitud por 1 mm de ancho. Las semillas son brillantes, de color castaño, miden 1 mm de longitud y más de 1 mm de ancho (Roncaglia *et al.*, 2001).

4.13.5. Especie: *Ipomoea purpurea* (L.) Roth

Se trata de una planta herbácea que crece horizontalmente o trepadora y puede llegar a medir hasta 2 m de largo. Por lo general, su tallo se ramifica en la parte inferior y presenta pelos amarillos de hasta 4 mm de longitud. Las hojas tienen peciolas de 4 a 20 cm de largo y contiene pelos (Tricomas Figura 23).



Figura 23. Foto de la planta adulta de especie : *Ipomoea purpurea* (L.)

Las láminas foliares tienen forma de corazón, ovadas, enteras o trilobadas. La estructura floral se compone de una agrupación que puede variar entre una y cinco flores en su ápice. Estas flores surgen solitarias en agrupaciones de dos a cinco en axilas puntiagudas, con márgenes membranosos y secos, con una ligera cubierta de vellosidad en su parte central. El fruto, una cápsula de 9 a 11 mm de diámetro, carece de pelo y presenta una tonalidad café rojiza o café oscuro (Villaseñor y Espinosa, 1998).

4.13.6. Especie: *Amaranthus blitoides*

Es una planta sin pelo y de hojas caducas que puede llegar a medir entre 0.6 y 1 m de altura. Sus hojas son alternas, enteras y con peciolas. Las inflorescencias se encuentran en espigas terminales o en grupos axilares. Las flores son unisexuales, con cinco o, ocasionalmente, cuatro tépalos desiguales que tienen un solo nervio principal y están bracteoladas (Figura 24).



Figura 24. Foto de planta adulta de especie: *Amaranthus blitoides*

Los pistilos presentan 2 o 3 estigmas, y los frutos son monospermos. Las semillas son negras y brillantes, comprimidas y de forma circular u ovada. Esta planta es originaria de América del Norte y se ha naturalizado en regiones de climas templado-cálidos en todo el mundo, incluyendo zonas cálidas o templadas de la península ibérica e Islas Baleares (Everitt *et al.*, 2007).

4.13.7. Especie *Physalis ixocarpa*

Es una planta anual de tipo herbácea que se ve afectada por las heladas. Sus flores son de color amarillo y poseen características hermafroditas, siendo principalmente polinizadas por abejas mediante un proceso de polinización y también se llama zoófila (Figura 25).



Figura 25. Foto de planta adulta de especie: *Physalis ixocarpa*

El tallo de la planta es estriado y las hojas no tienen vellosidades. El fruto de la planta es pequeño, de forma esférica, y puede ser verde o violáceo, rodeado por una capa papirácea. La envoltura, compuesta por el cáliz, se rompe cuando el fruto madura, revelando un envoltorio adyacente de color marrón (Pérez *et al.*, 2005).

4.13.8. Especie: *Muhlenbergia glabrata* (Z. liendrilla)

Es una planta perenne que produce brotes que varían en tamaño desde 30 cm hasta 1.5 m. Su tallo es erguido y agrupado, con nudos ligeramente aplanados y sin pelos, exhibiendo un color verde claro o intenso (Figura 26).



Figura 26. Foto de planta adulta de especie: *Muhlenbergia glabrata* (Z. liendrilla)

Las hojas basales son lisas y brillantes, mientras que las superiores tienen los márgenes superpuestos, con ligeras ciliaciones en el borde externo y en la garganta, siendo el resto de la hoja sin pelos. La lígula mide de 0.1 a 0.3 mm de longitud. La lámina, que es lineal y largamente recta, presenta márgenes enrollados hacia el haz cuando se seca, con una superficie áspera en el haz y pelos en el envés, con el ápice y los márgenes serrulados. La inflorescencia toma la forma de una panícula en espiga, con dimensiones de 10-40 cm de largo y 5-10 mm de ancho, sobresaliendo de la vaina a medida que madura. Las ramas son rígidas y se agrupan hacia el raquis de la inflorescencia. Las espiguillas miden entre 1.7 y 2.5 mm de longitud, están densamente agrupadas sobre pedicelos de 0.5 a 1 mm de longitud, las espiguillas están compuestas por grupos de flores (Marzocca, 1976).

4.13.9. Especie: *Sorghum halepense* (L.) Pers

Se trata de una planta de larga duración con rizomas, que alcanza una altura de aproximadamente 1.50 m y un tallo de 0.5-1.5 m, siendo más corto en áreas secas o con ambientes desfavorables. Los nudos no tienen decoración o presentan pelos finos, y el tallo es erecto y hueco. En cuanto a las hojas, tienen una lígula con forma

de membrana truncada y ciliada, con láminas foliares lineales que pueden llegar hasta los 50 cm de longitud y de 1.5 a 3 cm de ancho, con presencia de pelos. La inflorescencia se presenta en forma de panícula, con una longitud de hasta 50 cm, siendo abierta y libremente ramificada. La estructura de la inflorescencia es oblonga u oval, con ramas ascendentes y las más largas alcanzando de 7 a 14 cm de longitud (Bozal *et al.*, 2011). (Figura 27).



Figura 27. Foto de planta adulta de especie: *Sorghum halepense* (L.)

Espiguilla/Flores: La perfecta espiguilla sésil, con una longitud de 4.5 a 5.5 mm, presenta ausencia de arista o una arista delicada y doblada que se desprende fácilmente. Las glumas de la espiguilla sésil son anchas y coriáceas, con una textura similar a la del cuero, sin nervaduras y brillantes, excepto en las puntas, donde pueden tener pelos a lo largo de los márgenes, del mismo tamaño que la espiguilla. Tanto la lema como la palea son delgadas y transparentes, ligeramente más pequeñas que las glumas. La arista del lema, si está presente, mide de 1.0 a 1.5 cm de longitud y tiene la base espiralada y geniculada (doblada). La espiguilla pedicelada, de 5-7 mm de longitud, generalmente es estaminada, carece de arista, tiene forma lanceolada y es más estrecha que la espiguilla fértil, presentando glumas con nervaduras más pronunciadas. En cuanto a los frutos y semillas, el grano, oculto por las glumas, tiene una longitud de 2 a 3 mm. Las raíces consisten en rizomas horizontales extensos, estoloniformes, que son largos e invasivos (Fernández *et al.*, 2008).

4.13.10. Especie: *Hilaria mutica*

El Zacate Toboso, científicamente conocido como *Hilaria mutica*, pertenece a la familia Poaceae y es una planta perenne originaria de México y Estados Unidos. Sus rizomas alcanzan una altura de 30 a 50 cm y se encuentran distribuidos desde el sureste de Estados Unidos hasta los estados mexicanos de Sonora y Chihuahua (Figura 28).



Figura 28. Foto de planta adulta de especie: *Hilaria mutica*

Los rizomas tienen segmentos superiores sin vellosidades y nudos con pelos (tricomas). Las hojas son más extensas que los tallos intermedios, con unas nervaduras marcadas; ásperas al tacto; bordes lisos o con pelos. La lígula, delgada y membranosa, mide 1 mm de longitud y está desgarrada. Las láminas foliares son aplanadas o enrolladas, con dimensiones de 5.0 -10.0 cm de largo y de 2.0-4.0 mm de ancho; borde foliar dentado; superficie rugosa en ambas caras; sin vellosidades o con pelos (Barkworth *et al.*,2003).

4.13.11. Especie: *Euphorbia próstata*

Es una planta de reducido tamaño que se desarrolla de manera rastrera, presentando tallos de tonalidad rosa o púrpura que poseen vellosidades y liberan un líquido lechoso. Sus hojas son diminutas y más amplias en la parte inferior que en la superior, con agrupaciones de flores en los extremos de las ramas (Figura 29).



Figura 29. Foto de planta adulta de especie: *Euphorbia próstata*

Los frutos consisten en pequeñas cápsulas que contienen tres semillas. Proviene tanto de América como del Viejo Mundo y se encuentra en regiones con climas que van desde cálido hasta templado, abarcando desde el nivel del mar hasta altitudes de 2240 metros. Cultivada en jardines familiares, prospera en áreas de cultivo en desuso, a lo largo de senderos, vinculada a bosques tropicales de hoja caduca y perenne, matorrales xerófilos, así como bosques de encino, pino y una combinación de encino y pino (García *et al.*, 2002).

5.0. CONCLUSIONES

El momento crucial para controlar la competencia de las malezas en el cultivo de frijol abarca desde la emergencia de la plántula hasta los 30 - 60 días después de la siembra. En consecuencia, es necesario implementar medidas para el control de las malas hierbas, sin afectar el cultivo durante este intervalo, para prevenir posibles disminuciones en el rendimiento de grano a la cosecha.

El genotipo Pinto Saltillo destacó por tener los valores numéricos más altos en diversas variables agronómicas como días a floración, días a madurez fisiológica, días a madurez comercial, peso de 100 semillas y rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$).

El total de especies de maleza encontradas en el terreno experimental fueron 16. El total de individuos maleza encontrados en los terrenos de muestreo en $11\ m^2$ fue 616. Las especies de maleza que se presentaron con más altas densidades de población por metro cuadrado fueron: *Amaranthus spinosus* L., *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Echinochloa colona* L. Link, *Sporobolus indicus* L., y *Hilaria mutica*.

6.0. RECOMENDACIONES

Deberá de tenerse un manejo adecuado de cultivo de frijol en sus prácticas agrícolas de mantenimiento haciendo énfasis en las prácticas de identificación y control de malezas entre los 30 y 90 días posteriores a la siembra para la variedad Pinto Saltillo, y entre los 30 y 60 días después de la siembra en la variedad Flor de Mayo, en el campo experimental agrícola de la FAUANL, ubicado en Marín, Nuevo León. Esto deberá realizarse con el propósito de favorecer un comportamiento agronómico donde el rendimiento de grano y otras variables agronómicas obtengan valores numéricos sobresalientes en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

Los resultados de esta investigación sugieren llevar a cabo investigaciones adicionales sobre el período crítico de competencia con malezas en variedades criollas y mejoradas de frijol que no se hayan trabajado en esta temática en el campo experimental de la FAUANL en Marín, Nuevo León. Además, se sugiere seguir investigando el control de malezas bajo diferentes regímenes de humedad. Estas nuevas investigaciones propuestas serán para tener una mayor biodiversidad que siga favoreciendo un incremento en el rendimiento de este cultivo bajo estudio.

Las instituciones estatales encargadas de la agricultura y la investigación deberán de trabajar en la promoción y el estudio de la siembra de nuevas variedades de frijol, con el objetivo de ampliar las opciones de cultivo disponibles para los productores, permitiéndoles tomar decisiones más acertadas sobre qué cultivos sembrar y comercializar.

7.0. BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, T. Nadeem, M. A. Tanveer, A. Syed, S., Zohaib, A., Farooq, N. & Shehzad, M. A. (2017), 35(0), 527. Doi :10.1590/s0100-83582017350100020.
- Acevedo, H. y Chávez, J. (2010). Comportamiento de 5 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), fertilizadas con vermicompost en la época de postrera. UNA – Managua, Nicaragua. Trabajo monográfico. 45 p.
- Agroligne, (2018). Les légumineuses, un marché en plein croissance. 2^{ieme} salon international pour l'Éthiopie. P 9. Agroligne N° 106.
- Aguilar-Benítez, G.; Peña-Valdivia, C. B.; García-Nava, R. J.; Ramírez-Vallejo, P.; Gerardo Benedicto-Valdés, S. y Molina-Galán, J. D. (2012). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia* 46:37-52.
- Alemán, F. (2016). Manejo de malezas en el trópico. Ed. Rev. Imprimatur. pp. 147-149.
- Álvarez, J. (2020). Evaluación de productividad de dos variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) Bajo tres distanciamientos de siembra; milagro-guayas (Tesis de grado). Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 81 p.
- Anaya-López, J. L.; Garrido-Ramírez, E. R.; Chiquito-Almanza, E.; Tosquy-Valle, O. H.; IbarraPérez, F. J. y López-Salinas, E. (2018). Identification of opaque black bean recombinant lines resistant to BCMV, BCMNV and BGYMV using molecular markers. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(3):601-614.
- Anaya, L. J. L.; Silva, R. L.; Montero, T. V.; Espejel, F. y Acosta, G. J. A. (2015). Retos y oportunidades en la selección asistida de frijol resistente a BCMV y BCMNV en México. In: dimension el problema. México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6(3):453-465.
- Ángeles-Núñez J. G. y T. Cruz-Acosta (2015). Aislamiento, caracterización molecular y evaluación de cepas fijadoras de nitrógeno en la promoción del crecimiento de frijol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 6, num 5: p 929-942.
- Aramendiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C y De Oro R. (2010). Weed interference period in eggplant (*Solanum melongena* L.) crops. *Agronomía Colombiana*, 28(1): 81-88.

- Armenta-Bojórquez, D. A., Garcia-Gutierrez, C., Camacho-Báez, R., Apodaca-Sánchez, A M., Gerardo-Montoya, L. y Nava-Pérez, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai.*, 6(1): 51-56.
- Atwood, D., & Paisley-Jones, C. (2017). *Pesticides Industry Sales and Usage: 2008-2009.*
- Ávalos, A., Pérez, E. y M. Carril. (2009). Metabolismo secundario de las plantas. Serie *Fisiología Vegetal*, pp. 110-140.
- Aybar, L., & Luis, D. B. (2021). Evaluación agronómica de seis genotipos de frijol canario en condiciones del valle de Chíncha, Ica, Perú. Obtenido de <http://datos.unjfsc.edu.pe/index.php/PeruvianAgriculturalResearch/article/view/66>.
- Barkworth, M.E., K.M. Capels, S. Long & M.B. Piep. (2003). Magnoliophyta: Commelinidae (in part): Poaceae, part 2. *Fl. N. Amer.* 25: i–xxv, 1–783.
- Bayoumi, T. Y., Eid, M. H and Metwali, E. M. (2008). Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *Afri. J. Biotech.*, 7: 2341-2352.
- Beebe S, IM; Rao C; y Cajiao G. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48(2): 582-592.
- Benítez, P. C. (2014). Bases para la Ecología y Biología de malezas, Capítulo I Universidad Nacional de Rosario, Argentina. pp. 3008-3012.
- Benítez, R.C., L. A. Cardozo., Ch. L. Hernández., M. Lapp., Z. T. Ruiz., P. Torrecilla. (2006). Botánica sistemática fundamentos de estudio. Cap. 1 Fuentes de evidencias sistemáticas y ciencias relacionadas Universidad Central de Venezuela, Maracay. Primera Edición Digital pp. 6-17.
- Betancourt, C. (2011). Efecto de la aplicación conjunta del bioestimulante “Alga Ga-14” y el silicio foliar en el cultivo de frijol variedad Cargabello. Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.
- Blanco, V. Y. y A. G. Leyva. (2011). Determinación del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L). *Cultivos Tropicales*. 32(2): pp. 143-153.

- Blanco-Valdés, Y., Leyva-Galán, A., Castro-Lizazo, I. (2018). Determination of the critical period of weeds competition in pepper crop (*Capsicum annum*, L.). *Cultivos Tropicales*, 39(3): 18-24.
- Booth, B. D., S. D. Murphy, and C. J. Swanton. (2003). *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI publishing. pp. 13-21.
- Bozal, J.M., I. Garnica, J.A. Lezaun & J. Peralta. (2011). Una nueva mala hierba en los arrozales de Navarra: la gramínea *Leptochloa fusca* subsp. *fascicularis*. *Navarra Agraria* pp.180, 27.
- Cabero, B. (2020). Determinación de la época adecuada para la aplicación del herbicida Accent (nicosulfuron) con interacción de niveles de fertilización edáfica, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo provincia de los Ríos. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. 51p
- Calero Hurtado, A., Castillo, Y., Quintero, E., Pérez, Y., & Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 7(1): 88-100.
- Cardeiro, A., Da Costa, D., Lopes, D., da Silva, P. B., Cavalcante, R., & Siviero, A. (2019). Cowpea: A strategic legume species for food security and health. En J. C. Jimenez-Lopez & A. Clemente (eds.), *Legume seed nutraceutical research* (pp. 79-86). IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.79006>.
- Carvalho, M., Castro, I., Matos, M., Lino-Neto, T., Silva, V., Rosa, E., & Carnide, V. (2018). Caracterização agro-morfológica de acessos de feijão frade (*Vigna unguiculata*): Bases para o melhoramento. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(4), 506-517. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16091>.
- CEDRSSA, (2020). Centro de Estudio para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), (2008). Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol. Programa de Granos Básicos. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. CEVAF. 200. Fertilización en frijol. (En línea) Consultado: 15 de junio de 2023. Disponible: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (2021). Simbiosis leguminosa-Rhizobio; manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Ed. rev. Proyecto CIAT-UNDP de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Sección de Microbiología de Suelos del Programa de Pastos Tropicales y Sección de Microbiología de Suelos del Programa de Frijol (camps.). Cali, Colombia. 178 p.
- Cid, R. J. A., Reveles H, M., Velázquez V, R. y Mena C, J. (2014). Producción de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 63. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México, 69 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2019). Organismo de Cuenca Rio Bravo Dirección Técnica. Datos climáticos de Marín N. L.
- Corneo, P. E., A. Pellegrini, L. Cappellin, C. Gessler and I. Pertot. 2019. Weeds influence soil bacterial and fungal communities. *Plant and Soil* 373: 107.
- Colorado-Pérez, R., Rivas-Flores, A.W., García-Franco, J.S. (2023). Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. *Agrociencia*, <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>. ISSN 2522-6509. Enero-junio 2023. Año VI.
- Cují-Pilco, A. P. (2020). Determinación del período crítico del control arvenses y su interacción con la entomofauna asociada en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Tesis profesional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Riobamba- Ecuador. 1-106pp
- Dana, E.D.; E. Sobrino, & M. Sanz-Elorza. (2003). Plantas invasoras en España: un nuevo problema en las estrategias de conservación in Bañares et al.: Atlas de la flora vascular amenazada de España: 1009-1027. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Damian, L. (2017). Efecto del control de maleza y su impacto en la producción del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11344/1/DE00006_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf.

- Darcia, J. C., Vaz, P. J., Leyva-Galán, A. (2015). Período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*, 36(4): 14-20.
- Da Silva, P. H. (2017) Control biológico del gorgojo de la judía *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: *Chrysomelidae: Bruchinae*) en la región de Castilla y León, España. Tesis doctoral. Universidad de León. León, España, 145 pp. Disponible en:<https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6930/Tesis%20Paulo%20enrique%20da%20Silva.pdf?sequence=1> (consultado en 28, marzo, 2024)
- David S. (1998). Producing bean seed: handbooks for small scale bean producers. Handbook 1. Network on Bean Research in Africa, Occasional Publications Series, No. 29. CIAT, Kampala, Uganda. 72p.
- Deere, J. (2017). Evaluación del rendimiento de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP 484 Centenario, en siembra directa bajo fertilización química, orgánica más *Rhizobium* sp. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito 68p.
- Duary B, & D.Hazra. (2013). Revista india de ciencia de la maleza, Determinación del periodo crítico de competencia cultivo-maleza en ajonjolí. (En línea). India. Consultado el 5 de julio del 2022. Disponible en 2013_45_Issue-4_253-256 (1).pdf.
- Dieudonné, C. M. M et Ismaël, M. K. (2017). Étude d'adaptation de cinq variétés d'haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) biofortifiées sous traitement des régulateurs de croissances. International journal of innovation and applies studies. Vol.21 No. 2, p. 267-276.
- Dolores, H. & Aldana, A. (2016). Manejo integrado del cultivo de caña de azúcar. Perú. 34 p. (Manual Técnico).
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31p.
- Duarte Rivas, N. (2018). Comportamiento agronómico de 19 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis ambientes bajo condiciones de sequía y suelos deficientes en fósforo, 2015-2016. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 68p.

- Edwin J. B. G., Cándido L. C., Josué K. S., Jorge A. A. G., Salvador M. C., Netzahualcoyotl M. P. (2010). Rendimiento de semilla, y sus componentes en frijol flor de mayo en el centro de México. *Agrociencia* 44: 481-489. 2010.
- Estrada Gutiérrez, M.G y Peralta Castillo, J.R. (2004). Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (Gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) variedad DOR-364 postrera. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04e82.pdf>.
- Everitt, J.H.; Lonard, R.L. and Little, C.R. (2007). Weeds in South Texas and Northern Mexico. Lubbock: Texas Tech University Press. ISBN 0-89672-614-2.
- Farías, S. (2019). Efecto alelopático de extractos de ortiga (*Urtiga dioica*) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L) en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush). (En línea). Tumbes, Universidad Nacional De Tumbes. 78 p.
- FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación) e IFA Asociación internacional de la industria de fertilizante). (2020). Los fertilizantes y su Uso. Cuarta edición. 87p. Roma
- FAO. (2016). Légumineuses Des graines nutritives pour un avenir durable. P 40. <http://www.fao.org/3/a-i5528f.pdf>.
- FAO. (2018). Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Ciudad de Panamá. 292 páginas. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- FAOSTAT (2021) Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Statistics Division, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/> (consultado en 21, agosto 2022).
- Fernández-Cavada S., A. Cirujeda, M.C. García-Floria, I. Salas, J. Aibar & C. Zaragoza. (2008). Leptocloa. *Leptochloa uninervia* (C. Presl) Hitch. & Chase. Folleto Divulgativo. Informaciones Técnicas 1/2008. Dir. Gen. de Alimentación. Centro de Protección Vegetal. Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) (2019). Panorama agroalimentario frijol. pp. 2-23. En línea consultado 8 de agosto 2023. <https://www.inforural.com.mx/wpcontent/uploads/2020/01/PanoramaAgroalimentarioFrijol-2019.pdf>.

- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) (2016). Panorama agroalimentario frijol. P. 1-36. En línea consultado 23 de septiembre 2023: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf.
- Flores, M. L. (2015). El cultivo de frijol en México. rdu. | Vol. 16 | Núm. 2 | ISSN 1607 – 6079. | Vol. 16 | <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09>.
- García, M., Cañizares, A., Salcedo F., Guillén, L. (2000). Un aporte a la determinación del período crítico de interferencia de malezas en cafetales del Estado Monagas. *Bioagro*, 12(3): 63-70.
- García, H. Q. (2014). Normas Oficiales Mexicanas en la Microbiología. <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/09/normas-oficiales-mexicanas-en-la.html>.
- García, M.A. (2002). *Cuscuta* In: López-Sáez, J.A., P. Catalán & LI. Sáez (eds.). Plantas parásitas de la Península Ibérica e Islas Baleares: 171-197. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.
- García A., R. (1996). *Camelina* in Castroviejo, S. (coor.), Flora Ibérica Vol. IV: 234-238. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Gaussoin Roch E., D. J. Lyon, R. G. Wilson, R. N. Klein, Z. J. Reicher, P. J. Shea, S. Z. Knezevic, L.D. Sandell, C. L. Ogg, G. R. Kruger, S L. Young. (2011). Guide for Weed Management. University of Nebraska-Lincoln Extension Service. Pub. EC130.
- González-Cueto, O., Abreu-Ceballo, B., Herrera-Suárez, M. y López-Bravo, E. (2017). Uso del agua durante el riego del frijol en suelos Eutric cambisol. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), 71-77.
- González, F. (1999). Monocotiledóneas y dicotiledóneas: un sistema de clasificación que acaba con el siglo. *Rev. Acad. Colom. Ci. exact., fis. nat*, 23, 195-204.
- González-Ruiz, A., Coronado-Leza, A., Ail-Catzim, C. E., Rodríguez Pagaza, Y., Cruz-Villegas, M., Zamora-Villa, V. M. (2020). Critical period of weed competition in *Allium fistulosum* L. in the Valley of Mexicali, Baja California. *IDESIA*, 38(2): 13-19.

- Guzmán Gómez, M., (2019). “ Rojo extrema sequía” una variedad de frijol como respuesta al cambio climático en Nicaragua, año 2014-2018. Recuperado de <http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Leguminosas/Martes%2030%20abril/19-Rojo%20Extrema%20Sequia,%20Variedad%20Frijol.pdf>.
- Guzmán-Soria, E., Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S. y Hernández- Martínez, J. (2019). Análisis económico del mercado de frijol grano en México. *Agron. Mesoam.*, 30(1): 131-146.
- Hernández F. J.C., L. Ramírez C. C. (2013) Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*): Manual de Recomendaciones Técnicas Cultivo de Frijol. INTA-INITTA-IDA-PITTA FRIJOL. Costa Rica. 22p.
- Hernández S. L. y Salido, G. Y. (2019): “Influencia de la aplicación de Azofert inoculante a base *Rhizobium* en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. Delicias 362 en finca Juan Sáez. Manatí”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/01/cultivo-frijol-comun.html> //hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1901cultivo-frijol-comun.
- Huillcas Sulcaray, A. A. (2016). Control químico de malezas en el cultivo de caña de azúcar. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Lima. 36 p.
- Hu, W. X., Yang, J. L., Chen, B., Zhao, W., Meng, Y., Wang, Y., Zhou, Z. y D. Oosterhuis. D. (2016). Effects of potassium deficiency on antioxidant metabolism related to leaf senescence in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Res.* 191, 139-149.
- Ibarra-Velásquez, M. A y Kuffo-Pacheco, C. A. (2018). Período crítico de interferencia de malezas en la variedad de maní INIAP 382-Caramelo en el Campus de la Espam MFL. Tesis profesional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Manabí, pp: 1-69.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2009). Riego por goteo para producir semilla. (En línea). Consultado el 23 de mar. 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3641e/b3641e.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Nuevo León. (Lugar: ¿Escobedo, Nuevo León, biblioteca de ciencias agropecuarias 102p.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2009). Enciclopedia de los Municipios de México: Estado de Nuevo León: Marín. 89p.
- INIFAP-SAGARPA, (2013). “Recomendaciones técnicas para obtener mayor Productividad del cultivo de frijol en la Llanura Costera de Nayarit”. Santiago Escuintla, Nayarit. México. pp:1-32.
- INTA, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2019). Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. Consultado el 10 de julio de 2023. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>.
- INTAGRI, (2017). Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en los Cultivos. Serie Nutrición Vegetal Núm. 103. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p
- Jiménez, J. C., M. de la Fuente, B. Ordás, L. E. García-Domínguez and R. A. Malvar. (2017). Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in tepary bean (*Phaseolus acutifolius*), new sources of resistance for dry bean (*Phaseolus vulgaris*) breeding. *Crop Protection* 98: 255–266.
- Jim, C., A. Becerra, F. Aguilar, J. González, H. Solís y J. Hernández. (2020). Caracterización del banco de semillas de cuatro agroecosistemas de la Frailesca, Chiapas, México. *Siembra* 7(2): 93-107.
- Jürgens, G. (1985). Levantamiento de malezas en cultivos agrícolas. *PLITS* 3(2):85-104.
- Landi, N., S. Ragucci, M. Fiorentino, V. Guida and A. Di Maro. (2017). Nutritional Values and Metabolic Profile with and without Boiled Treatment of “Gallo Matese” Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.), a Landrace from Southern Italy. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 16: 331–344.
- Lépiz-Ildelfonso, R., Sánchez, S. P., López, E. A., López’ J. J. A., Chavarín, I. E. y Meza, K. E. V. (2015). El cultivo del frijol en Jalisco. Tecnología para altos rendimientos. Universidad de Guadalajara. 54 p.
- López-Caamal, A., E. Tovar-Sánchez and R. Reyes-Chilpa. (2018). Hybridization between *Tithonia tubaeformis* and *T. rotundifolia* (Asteraceae) evidenced by

- nSSR and secondary metabolites. *Plant Systematics and Evolution* 304: 313–326. 10.1007/s00606-017-1478-8.
- López, M. F. (2014). Consumo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio de Bella Vista, Chiapas. Tesis para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo Administrador. Universidad Autónoma Agrario Antonio Narro. 64 p.
- López, S. E.; Toskey V. O. H.; Ugalde, A. F. J. y Acosta, G. J. A (2008). Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(3):35-39.
- López Y Ramírez. y Pouza, Hernandez. (2014). Efecto de la aplicación del bioestimulante fitomas 51 p. en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) La Habana, Cuba.26 p.
- Maldonado, A. L. J., Longoria G. C. S., Longoria G. G. A. y Martínez M. E. A. (2013). Nuevo León: Agenda de Innovación Agroindustrial, 4.a Cuarta. México. Fundación PRODUCE Nuevo León, A. C. 173 p
- Mamani, J. (2019). «Uso potencial del Alga *Caulerpa filiformis* (Chlorophyta), Procedente de Las Bahías de Paracas y Sechura, como fuente de principios activos» (en línea). Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina 120 p.
- Martínez-Carriel, T. F., Zúñiga-Rivas, B. G., Martínez-Prieto, J. E., Cantos-Sánchez, E. A., Muñoz-Chequer, J.J. (2021). Efecto de la interferencia de arvenses en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) el triunfo, provincia del Guayas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6): 3-16.
- Marzocca, A., (1976). Manual de malezas. 3a ed. Ed. hemisferio sur, Buenos Aires
- Medici, S.K. (2016). Residualidad de herbicidas en el suelo y su efecto sobre el cultivo de papa. En: <http://www.farestaie.com/novedades/profesionales/725-residualidad-de-herbicidas-en-el-suelo-y-su-efecto-sobre-el-cultivo-de-papa/> Accesada el 03 de enero de 2023.
- Mendoza-Jiménez, Y. L., Eusebio-Moreno, J. C., Álvarez-García, R., Abreu-Corona, A., Vargas-Hernández, G., Téllez-Jurado, A. y Tovar-Jiménez, X. (2018). Actividad antioxidante de los hidrolizados proteicos del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) cv negro primavera-28 y flor de durazno. *Biotecnia: Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 20(2): 25-30.

- Montilla, J. (2015). Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fananga-Cuñumbuque. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto. 69p.
- Negrin, B. A., Pardo, H. A. y Mazorra, C. C. (2013). Estudio comparativo de variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelos del municipio Morón. *Centro Agrícola*, 40(4): 79-85. ISSN: 2072-2001.
- Octavio C. y Ernesto L. (2016), control preemergente y postemergente de malezas en frijol, de humedad residual en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* pp. 7(2): 42-49.
- Ojeda, W. (2018). Alelopatía de extractos vegetales obtenidos de especies forestales sobre *Coffea arabica* L. var. Caturra roja en Chanchamayo (en línea). Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Osuna-Ceja E., J.A. Acosta G., L. Reyes M., M. A. Martínez G., J. S. Padilla R., E. ventura R., e. González G., M.A. Cortés C., F. Garibaldi M., I. Hernández R. (2011). Tecnología para Incrementar la Producción de Temporal en el Altiplano Semiárido de México. SAGARPAINIFAP-CIRNCE-CEP. Productores pp.42.
- Osuna-Ceja, E. S.; Reyes-Muro, L; Padilla-Ramírez, J. S. y Martínez- Gamiño, M. A. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 3(7):1389-1400.
- Olivares, Sáenz. E. (2019). Versión 1.8. Paquete Computacional de diseños experimentales. Facultad de agronomía, FAUANL. General Escobedo N.L. México, S. P.
- Olivera, V. A., Morales, G. A., Batista, S. F., Alfonso, I. A., Rodríguez, M. J y Montero, M. E. M. (2016). Comportamiento Agroproductivo de diferentes variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca "Las María" del municipio Primero de Enero. *Universidad y Ciencia*, 5(2): 52-78.
- Padilla-Valenzuela I., Ortega-Murrieta Pedro. (2015). Frijol. En *Agenda Técnica Agrícola Sonora*. Segunda edición. SAGARPA-SENASICA-INIFAP. pp. 121-135.
- Pardo, G., Cirujeda, A., Aibar, J., Cavero Campo, J., y C. Zaragoza, L. (2008). Weed harrowing in winter cereal under semi-arid conditions. Instituto Nacional de

- Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (España). Spanish Journal of Agricultural Research, Pp, 661-670.
- Parsons, B. D. (2010). Manuales para educación agropecuaria. Producción vegetal. 3a ed. México, editorial TRILLAS, p 65.
- Pierre, C. (2013). Évaluation de lignées de haricot riche en fer (Fe). Catholic Relief services. p.22.
- Pérez J., L. A., M. Sousa Sánchez, A. M. Hanan-Alipi, F. Chiang Cabrera & P. Tenorio L. (2005). Vegetación terrestre. Cap. 4: 65-110. In J. Bueno, F Álvarez & S. Santiago (eds.) Biodivers. Tabasco. CONABIO-UNAM, México.
- Prieto-Cornejo, R. M, Matus-Gardea, A. J., Gavi-Reyes, F., Omaña-Silvestre, M. J., Brambila-Paz, J. J., Sánchez-Escudero, J. y Martínez-Damián, A. M. (2019). Evolución de la superficie cultivada de frijol e impacto económico de la sequía sobre su rendimiento bajo condiciones de temporal en México. Rev. fitotec. mex vol.42 no.2 ISSN 0187-7380.
- Ramírez J., G. (2023), Determinación del período crítico de competencia con malezas de dos genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Subdirección de estudios de Posgrado, Facultad Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León p 68.
- Ramírez, S., Suris, M. (2015) Ciclo de vida de *Acanthoscelides obtectus* (Say.) sobre frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laboratorio. Revista de Protección Vegetal, 30 (2), 158–160. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S101027522015000200010&script=sci_arttext&lng=en (consultado en 08, febrero, 2024)
- Ramírez-Treviño, S., Ordoñez-López, L. E., España-Navejar, S. P., Garza-Alonso, C. A. (2018). Cultivos Básicos (Tomo I). Editorial Facultad de Agronomía UANL. Monterrey, Nuevo León, México 230p.
- Ramirez, M. (2017). Bioestimulante en el rendimiento del frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) Cv. centenario en condiciones edafoclimáticas del instituto de 76 investigación frutícola Olerícola de Cayhuayna. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú 102 p.
- Roblero, S.E. (2015). Efecto de extractos vegetales utilizados como herbicidas preemergentes sobre plantas de maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris*

- L). Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 50 p
- Rodríguez, D., Barbosa, R. & Rodríguez, E. (2019). Manejo de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar como alternativa para mantener el equilibrio medio ambiental en la provincia de Santiago de Cuba. *Ciencia en su Pc* pp: 44-54.
- Rodríguez-Cota F.G., R.H. Saucedo-Acosta, T. Moreno-Gallegos, E. Cortez-Mondaca. (2017). frijol. En *Agenda Técnica Agrícola Sinaloa*. Tercera edición. SAGARPA-SENASICA-INIFAP. pp. 22-45.
- Rodríguez F. Pedro (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*, 2 abril-junio, 44-58. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615003.pdf>.
- Rodríguez-Rodríguez, J. R, Tosquy-Valle, O. H y López-Salinas, E. (2015). Genotipos de frijol negro y su tolerancia a sequía terminal en Veracruz, México. *ECORFAN Ciencias de la Biología y Agronomía*. Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México. (1): 161-170.
- Rodríguez-González, A., S. Álvarez-García, O. González-López, P. A. Casquero and F. Da Silva. (2015). Insecticidal properties of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon winterianus* against *Acanthoscelides obtectus*, insect pest of the common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Insects* 10: 151. <https://doi.org/10.3390/insects10050151>.
- Roncaglia, R.; de Santos M. and; De Marco, N.; (2001). Recognition and description of erect weeds in productive systems in NW Argentina. Families: *Amarantaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae* and *Verbenaceae* - En: XVIII Jornadas Científicas. - Asociación de Biología de Tucumán. - ISBN/ISSN: 0327 – 9545.
- Romo-Asunción, D., M. A. Ávila-Calderón, M.A. Ramos-López, J. E. Barranco-Florido, S. Rodríguez-Navarro, S. Romero-Gómez and M. A. Rico-Rodríguez. (2016). Juvenomimetic and insecticidal activities of *Senecio salignus* (Asteraceae) and *Salvia microphylla* (Lamiaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Florida Entomologist*. Pp 98: 340.

- Romero-Félix, C. S., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Martínez-Rueda, C. G., Miranda-Colín, S., y Aguilar-Rincón, V. H. (2018). Ambiente y genotipo: Efectos en el rendimiento y sus componentes, y fenología en frijol común. *Acta universitaria*, 28(6), 20-32.
- Rosales, R. E., y T. C. Medina. (2011). Cap. 3. Manejo de Malezas en cultivos básicos, Manejo de malezas en México Vol. 1/ Maleza terrestre, D.R. Universidad Autónoma de Sinaloa; Culiacán Sinaloa México. pp. 152-155.
- Rosales, R. S., Ramírez, P. V., Acosta, J. A., Castillo, F. G. y Kelly, D. J. (2004). Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia* 34:153-165.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, (2004). Manual de Malezas de la Región de Salvatierra, Guanajuato. En: Rzedowski, J. y G. Calderón de R. (eds.). Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México 70: 165-180.
- Safdar, M., Tanveer, A., Khaliq, A. y Maqbool, R. (2016). Critical competition period of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) in maize. *Crop Protection* 80: 101-107.
- SAGARPA. (2020). Frijol Mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2020-2030. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cd. De México p 67.
- SAGARPA, (2016). Planeación agrícola nacional 2017-2030. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255627/Planeaci_n_Agr cola_Nacional_2017-2030-_parte_uno.pdf
- Saldarriaga, M. (2015). Efecto de la posición de siembra dentro del surco en tres variedades de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.100p.

- Sardana V., Mahajan, G., Jabran, K. y Chauhan, B. (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection* 95:1-7
- Sarduy, Y. (2016). Efecto alelopático del anamú (*Petiveria alliaceae* L.) sobre los hongos antagonistas *Trichoderma viride* Pers y *Trichoderma harzianum* Rifai (en línea). Santa Clara, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. 104p.
- Savković, U., M. Dorđević and B. Stojković. (2019). Potential for *Acanthoscelides obtectus* to Adapt to New Hosts Seen in Laboratory Selection Experiments. *Insects* 10: 153
- Shener, C. (2020). Inoculación con *Rhizobium phaseoli* en tres genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. bajo dos densidades de población. Tesis de maestrías en ciencias en producción agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. 128 p.
- Shreshtha, S., Anushi, J., Joshi, A. N., Joshi, N., & Anupma, H. (2017). Study of total phenol, flavonoid contents, and phytochemical screening of methanolic crude extracts of two weed plants. *Annals of Plant Sciences*, 6(06), 1645-1648. doi:10.21746/1651-1654.
- SIAP, (2021) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Encontrado el 10/08/2023 en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/fecha-de-siembras-y-cosecha>.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2018). Fecha de Siembras y Cosechas en México. Encontrado el 19/12/2022 en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/fecha-de-siembras-y-cosecha> en México? idiom=es.
- Silva, D. (2012). Daños producidos por las malezas y su impacto en la agricultura. (Consultado en octubre 2023). <https://es.scribd.com/doc/105443418/Danos-producidos-por-las-malezas-y-su-impacto>.
- Singh, S. R., van Emden, H. R., Ajibola, T. (2009) Pests of grain legumes. *Ecology and Control*. Academic Press. London, New York. 454 pp. Disponible en: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/411553> (consultado en 05, abril, 2024)
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*. Pp 588 : 667.

- Solís E, A.J. (2015). Análisis económico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua, 1980-2014. p 98 (Tesis de grado).
- Stagnari, F., and M. Pisante. (2010). The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mediterranean areas. *Crop Protection*. pp. 179-184.
- Swanton, C., Nkoa, R. y Blackshaw, R. (2015). Experimental methods for crop–weed competition studies. *Weed Science* 63:2–11.
- Sumoza. (2016). Evaluación de tres densidades de siembra en los genotipos de frijol ju 2005-1004-2 y ju 2006-1052-9; la gomera, escuintla. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Sumoza-Levi.pdf>.
- Toledo, A. & Cruz, H. (2019). Control de malezas en el cultivo de caña de azúcar con herbicidas preemergentes. México. 5 p.
- Tofiño-Rivera, A., Royero-Lopez, L. y Ortega-Cuadros, M. (2016). Compatibilidad in vitro de agroquímicos, bioinsumos y aceite esencial en el control de *Macrophomina phaseolina* aislado de frijol. *Vitae* 23 (Supl. 1) S473-S477.
- Tosquy Valle, O. H., López-Salinas, E., Zetina-Lezama, R., Villar-Sánchez, B. y Rodríguez-Rodríguez, J. R. (2017). Producción de genotipos de frijol negro en condiciones de humedad residual y sequía terminal. *Terra Latinoamericana*, 35(1), 29-39.
- Treviño y Rosas. (2013). El frijol común: factores que merman su producción. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol26num1/articulos/el-frijol.html>.
- Tursun, N., Avishek Datta, A., Sami Sakinmaz, M., Kantarci, Z., Knezevic, S., Singh Chauhan, B. (2016). The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. *Crop Protection* 90: 59-65.
- Valdez, I. S. (2009). Pinto Saltillo: Nueva variedad de frijol para el sureste del Estado Coahuila. Fundación Produce, Coahuila, A. C. 67p.
- Vázquez, J.; Peralta, E.; Pinzón, J. y Lepiz, R. (2022). El frijol arbustivo en Imbabura: sugerencias para su cultivo. Quito, Ecuador 85p.
- Velázquez, H. (2014). Estudio fisiológico en familias prolíficas de un lote de producción de semilla de la variedad de maíz JAGUAN. Tesis de Maestría

- Profesional, especialidad en Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 13 p.
- Vera, P. (2017). Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de zanahoria. *Investigaciones Agrarias*, 17(2), 3. Obtenido de <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v19n2/2305-0683-ia-19-02-00077.pdf>.
- Villaseñor, R., J. L. y F. J. Espinosa G. (1998). Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 181 p.
- Villares P, J, R (2020). Efectos de la competencia de malezas en la fase vegetativa en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) Cantón ventanas, provincia de los ríos. Universidad agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias 64p.
- Villegas, M. C., G. M. Díaz., R. C. Castro., y L. A. Reyes. (2004). Período crítico de competencia de malezas en trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 30(2), 223-234.
- Wang, A., Zhang, W. & Wei, X. (2019). A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 158, 226-240.
- Whitson, D.T.; Burrill, C.L.; Dewey, A.S.; Cudney, W.D. Nelsol, E.B.; Lee, D.R.; Parker, R. (2012). *Weeds of the West*. Western Society of Weed Science. 11th Edition. E.E. U.U. Washington D.C., U.S. 622 p.
- Wille, C. L., P.E. Wille, J. M. Da Rosa, M. I. C. Boff and C. R. Franco, C. R. (2019). Efficacy of recovered diatomaceous earth from brewery to control *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Stored Products Research* 83: 254–260. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.07.004>.
- Yanet J. H., Víctor M. T., José L. A. L., José C. J. G., Guadalupe H. H., Brenda Z. G. A., Jorge A. A. G. (2018). Nueva variedad de frijol pinto para áreas de temporal de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 9 número 6. P.1299

8.0. ANEXOS



Figura 1 A. Fotos de Preparación de suelo y surcado para la siembra y mantenimiento de cultivo de frijol. B) Marcado de área experimental en campo y trazado; C) Instalación sistema de riego 6 días después de la siembra de dos genotipos de frijol en las unidades experimentales.



Figura 2 A. Imagen que muestra la identificación y ubicación de las malezas en los ensayos experimentales, siguiendo los tratamientos y periodo de competencia y control establecidos. E) Parcela experimental donde hay un control de maleza manual con azadón en frijol a los 30 días después de la siembra. F) Parcelas

experimentales con y sin maleza todo el ciclo de cultivo. **G)** foto de control de malezas manual de los 30 a los 60 días después de la siembra. **H)** Control de malezas manual durante la floración en la variedad Pinto Saltillo y la variedad Flor de Mayo durante 60 días después de la siembra.



Figura 3 A. Con fotos **I** y **J** de levantamiento de malezas en diferentes tratamientos de control en el experimento de campo. Ciclo verano FAUANL, Marín N.L.2023.



Figura 4 A. Con fotos **K** y **L** de la fase de madurez fisiológica de las dos variedades de frijol común: Pinto Saltillo y Flor de Mayo, en el campo agrícola experimental, Marín N.L, ciclo verano 2023.



Figura 5 A. Con fotografías **M** y **N** de cosecha de las dos variedades de frijol en el campo experimental y secado al sol de plantas y vainas cosechada para eliminar altos porcentajes de humedad.

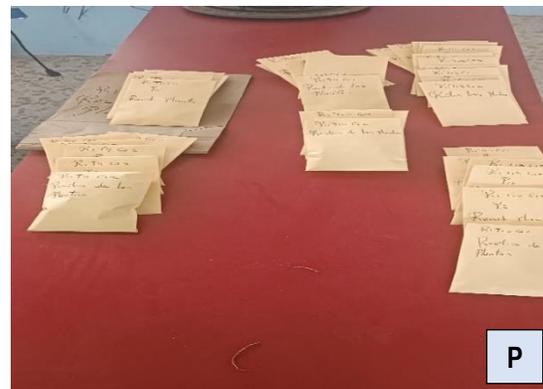


Figura 6 A. Con fotografías **O** y **P** de desgrane de las vainas cosechadas para conteo de las semillas y la medición de diferentes variables agronómicas.