



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“EVALUACIÓN DE 24 GENOTIPOS NUEVOS DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L) TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS, EN COMPARACIÓN A LA VARIEDAD INTA SEQUIA PRECOZ, DURANTE LA EPOCA DE POSTRERA EN LA COMARCA OLOMINAPA, MUNICIPIO DE TIPITAPA, DEPARTAMENTO DE MANAGUA”.

Para optar al título de Ingeniero Agrícola.

Elaborado por

Br. Alicia Isabel Delgado Menocal.

Br. Jorge David Oporta López.

Br. Roger Alfonso Vásquez Vallecillo.

Tutor

MSc. Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez.

Asesor

Ing. Jairo Josué Chávez Roa.

Managua, Agosto 2019.

Managua, Nicaragua
17 de Julio del 2019

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano de la F.T.C.
Su despacho.-

Estimado Dr. Gutiérrez:

Tengo el agrado de informarle que he concluido la revisión del trabajo monográfico titulado: **"EVALUACIÓN DE 24 GENOTIPOS NUEVOS DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L) TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS, EN COMPARACIÓN A LA VARIEDAD INTA SEQUIA PRECOZ, DURANTE LA EPOCA DE POSTRERA EN LA COMARCA OLOMINAPA, MUNICIPIO DE TIPITAPA, DEPARTAMENTO DE MANAGUA"**. El cual fue debidamente revisado por el suscrito y considero que presenta los requisitos legalmente establecidos en la normativa de UNI para ser sometida a la defensa, a fin que los Bachilleres; **Br. Alicia Isabel Delgado Menocal, Br. Jorge David Oporta López y Br. Roger Alfonso Vásquez Vallecillo** opten al grado de **INGENIERO AGRÍCOLA**.

La presente monografía ha desarrollado los objetivos planteados en el protocolo, existiendo correspondencia metodológica y técnica, los estudiantes mostraron independencia durante el estudio, por tal razón el presente trabajo reúne los requisitos para ser defendido ante los miembros del tribunal examinador que usted tenga a bien nombrar.

Sin más que agregar por el momento, aprovecho la ocasión para expresarle mis muestras de consideración y aprecio,

Atentamente,



MSc. Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez
Tutor

Cc : - Sustentantes
- Archivo Cronológico.
*MAFCH/*Tania**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.123
Managua, Octubre 09 del 2018

Bachilleres
ALICIA ISABEL DELGADO MENOCA
JORGE DAVID OPORTA LÓPEZ
ROGER ALFONSO VÁSQUEZ VALLECILLO
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"EVALUACION DE 24 GENOTIPOS NUEVOS DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L) TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS, EN COMPARACIÓN A LA VARIEDAD INTA SEQUIA PRECOZ, DURANTE LA EPOCA DE POSTRERA EN LA COMARCA OLOMINAPA, MUNICIPIO DE TIPITAPA, DEPARTAMENTO DE MANAGUA"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **09 de Abril del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano



CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres, Nelcys y Julio, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Por darme la oportunidad de estudiar esta carrera. Y por ser ejemplo de vida. Y por promover el desarrollo y la unión familiar en nuestra familia.

A mi hermana, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Al Ing. Miguel Fonseca, tutor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Al Ing. Jairo Chávez por toda la colaboración brindada durante la elaboración de esta tesis.

Al Ing. José Méndez y a la Ing. Emilseth Duarte que sin mantener ninguna responsabilidad para conmigo, me aconsejó sobre los detalles y acabados de esta monografía.

A Camila por ser una parte importante de mi vida por el apoyo recibido desde el día que la conocí por ser como una hermana. Por todo el apoyo recibido para la realización de esta tesis. Por todos los consejos y el apoyo recibido durante estos 5 años de estudio.

A mis compañeros de tesis, Jorge y Roger, sin ustedes no existiría esta tesis y no existiría esta amistad que tenemos, entre risas, bromas y enojos hemos culminado con éxito este proyecto.

Y gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en este proyecto.

Br. Alicia Isabel Delgado Menocal

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta donde he llegado, por permitirme alcanzar los objetivos que me he propuesto y por darme la oportunidad de iniciar una nueva etapa al presentar nuestro trabajo monográfico.

Agradezco a mi madre, María Enoe Vallecillo, por haberme inculcado los valores necesarios que me han llevado a estar más cerca de ser un buen profesional, por enseñarme a lidiar con cada situación de la vida y por apoyarme incondicionalmente en cada momento.

Agradezco a mi familia por apoyarme y ayudarme a alcanzar mis propósitos, por ayudarme a obtener la fortaleza necesaria a lo largo de mi formación.

Agradezco a mis compañeros de monografía por permitirme realizar junto a ellos tan importante trabajo, que representa el inicio de una nueva etapa en nuestra formación profesional.

Al Ing. Miguel Fonseca por haber aceptado colaborarnos en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación, así también al Ing. Jairo Chávez por asesorarnos el tiempo que duro el ensayo y a todos los maestros que con sus conocimientos contribuyeron a mi formación profesional.

Por último, pero no menos importante quiero agradecer a los compañeros que nos apoyaron en todo momento a tal punto de llegar a ser posible el presente trabajo de investigación.

Br. Roger Alfonso Vásquez Vallecillo

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida, ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy una persona con valores, honesto y responsable con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser un gran profesional y seré un gran orgullo para ellos esperando más de mi día a día con un poco de esfuerzo se puede lograr todo.

Quiero agradecer a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante. Porque creo que cada maestro le da un valor a tu vida como estudiante y a futuro como un buen profesional.

Y agradezco a Dios por darme la salud que tengo, por tener una cabeza con la que puedo pensar muy bien y además un cuerpo sano y una mente de bien para generar eficiencia.

Estoy seguro que mis metas planteadas darán fruto en el futuro y por ende me debo esforzar cada día para ser mejor en mis objetivos y sobre todo no olvidar los valores que cada uno se merece como humano.

Br. Jorge David Oporta López

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A todas las personas que me ayudaron durante la formación de mis estudios profesionales, especialmente a los Ingenieros José Méndez Úbeda, Emilseth Padilla Duarte, Aldrin Guevara, Rosario Sotelo que me brindaron todo su apoyo incondicional durante mi preparación profesional.

A mis compañeros, Roger y Jorge, porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Br. Alicia Isabel Delgado Menocal

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres, Jorge Oporta y Yolanda López, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos, Jeffrey Oporta y Wendy Oporta y tíos Rita Oporta y Salvador Oporta, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias amigos, siempre los llevare en mi corazón.

Br. Jorge David Oporta López

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación en especial a mi madre y mi familia por ser parte importante en mi desarrollo, por guiarme y enseñarme a cultivar las correctas aptitudes para una buena formación profesional.

También este trabajo está dedicado a todos los maestros que con sus conocimientos nos tutelaron y ayudaron a nuestra formación profesional, por asistirnos en los momentos más complicados en la trayectoria de estudiantes.

Así también está dedicado a mis compañeros de monografía ya que fueron parte importante en la elaboración del mismo, también a todos los compañeros que nos brindaron su apoyo para que nuestra meta haya sido completada.

Br. Roger Alfonso Vásquez Vallecillo

Resumen

El presente trabajo de investigación muestra los resultados obtenidos al evaluar la adaptabilidad a altas temperaturas de 24 variedades nuevas de frijol en comparación a la variedad INTA Sequia Precoz durante la época de postrera.

El ensayo fue establecido en la finca de Don Juan Uriel ubicada en la comarca Olominapa, Municipio de Tipitapa, Departamento de Managua.

El desarrollo del ensayo contempla la evaluación de 24 variedades nuevas de frijol, provenientes del Zamorano, y una variedad como testigo, para ello se destinó una parcela cuya área total comprendía 375 metros cuadrados, dimensionados en 15 metros de ancho y 25 metros de largo, dividida en 4 parcelas útiles, donde cada parcela útil era de 3 metros de ancho por 25 metros de largo, con separación de 1 metro, entre cada parcela. En cada parcela útil se cultivaron las 25 variedades de forma aleatoria, por lo que cada parcela útil se dividió en 25 sub-parcelas de 1 metro de largo y 3 metros de ancho, manejando un marco de plantación de 0.10 – 0.15 metros entre planta y 0.20 entre surco.

El objetivo principal consiste en evaluar los 24 genotipos nuevos de frijol en comparación a la variedad INTA Sequia Precoz en época de postrera. Haciendo uso del software Infostat se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) mediante el cual se determinó la adaptabilidad de los genotipos, a través de la medición de parámetros agronómicos, tales como hábitos de crecimiento, días a floración, granos por vainas, rendimiento, entre otras. Además, mediante los datos meteorológicos proporcionados por el Instituto de Estudios Territoriales (INETER) se estimó la influencia de la precipitación y temperatura a lo largo del desarrollo del cultivo.

INDICE

Contenido	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1 Objetivo General	5
4.2 Objetivos Específicos.....	5
V. MARCO TEÓRICO	6
5.1. Propiedades Físicas del Suelo.....	6
5.1.1. Porcentaje de Humedad.....	6
5.1.2. Densidad Aparente	6
5.1.3. Densidad real	7
5.1.4. Porosidad.....	7
5.1.5. Textura.....	8
5.2. Propiedades Químicas del suelo.....	8
5.2.1. PH del Suelo	8
5.2.2. Conductividad Eléctrica.....	9
5.2.3. Materia Orgánica	9
5.3. Importancia del Frijol.....	10
5.4. Evolución del cultivo de frijol en Nicaragua	10
5.5. Cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L.)	12
5.6. Taxonomía del cultivo del frijol.....	12
5.7. Morfología del cultivo del Frijol	13
5.7.1. Raíz.....	13
5.7.2. Tallo	13
5.7.3. Ramas y complejos axilares	14
5.7.4. Tamaño.....	15
5.7.5. Hojas	15
5.7.6. Inflorescencia.....	16
5.7.7. Flor	17
5.7.8. Fruto.....	18
5.7.9. Semilla.....	18
5.8. Etapas de desarrollo de la planta de Frijol.....	20
5.8.1. Factores que influyen en la duración de las etapas	20
5.8.2. Descripción de las etapas de desarrollo	21

5.9.	Requerimiento Climático del frijol.....	27
5.10.	Ciclo vegetativo	28
5.11.	Cantidad de semillas por manzana	28
5.12.	Distancia de siembra	28
5.13.	Cosecha del frijol.....	29
5.14.	Secado	29
5.15.	Almacenamiento	30
5.16.	Características de suelos para el cultivo del frijol.....	30
5.17.	Preparación del terreno	31
5.18.	Enfermedades que afectan el cultivo de frijol	31
5.18.1.	Roya	31
5.18.2.	Mosaico Dorado.....	33
5.18.3.	Bacteriosis.....	34
5.18.4.	Mancha angular	35
5.18.5.	Antracnosis	37
5.18.6.	Mustia hilachosa	38
5.19.	Plagas del cultivo del frijol	39
5.19.1.	Sarasinula plebeia: babosa o lipe del frijol.....	41
5.19.2.	Trichapion godmani: picudo de la vaina, gorgojo de la vaina	42
5.19.3.	Trichoplusia ni: gusano medidor, falso medidor	43
5.19.4.	Nezara viridula: chinche verde, maya	45
5.19.5.	Bemisia tabaci: mosca blanca.....	46
5.19.6.	Lepidóptera - Noctuidae: gusano cogollero, soldado	47
5.19.7.	Lepidoptera - Noctuidae: gusano terciopelo	49
5.19.8.	Estigmene acrea: gusano peludo	50
5.20.	Épocas de aparición de plagas en el cultivo de Frijol	51
5.21.	Genotipos de frijol (phaseolus vulgaris l.) utilizados en el ensayo de validación....	52
5.21.1.	INTA sequia precoz (testigo).....	52
VI.	HIPÓTESIS.....	53
6.1	Hipótesis de investigación (Hi).....	53
6.2	Hipótesis Alternativa (Ha)	53
6.3	Hipótesis Nula (Ho)	53
VII.	METODOLOGÍA, MATERIALES Y MÉTODOS	54
7.1	Ubicación.....	54
7.1.2	Macro localización del municipio de Tipitapa	54
7.1.2	Micro localización del Municipio de Tipitapa.....	55
7.2.	Descripción de las condiciones climáticas de las localidades en estudio	55

7.3.	Determinación de las propiedades físico–químicas del suelo y las características de la semilla	56
7.3.1.	Propiedades físicas del suelo.....	56
7.3.2.	Propiedades químicas del suelo	56
7.3.3.	Determinación de las características de la semilla de frijol.....	57
7.4.	MANEJO AGRONÓMICO	57
7.4.1.	Preparación del suelo	57
7.4.2.	Selección y siembra de la semilla	57
7.4.3.	Control de maleza	58
7.4.4.	Control de plagas	58
7.5.	DISEÑO METODOLÓGICO	58
7.5.1.	Material Genético utilizado.....	59
7.6.	Análisis estadístico	60
7.6.1.	Análisis de Varianza (ANOVA).....	60
7.6.2.	Test de Duncan.....	60
7.7.	Variables evaluadas	61
7.7.1.	Componentes fenológicos	61
VIII.	ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	65
8.1.	Precipitación promedio en los meses de septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre del 2018	65
8.2.	Temperatura promedio para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018 del departamento de Managua	66
8.3.	Análisis de los resultados del comportamiento hídrico en la zona, según las etapas del cultivo	67
8.4.	Análisis fisicoquímico de la localidad en estudio (OLOMINAPA, TIPITAPA).....	68
8.5.	Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de TUKEY para las variables de cosecha y rendimiento en el cultivo de frijol (<i>phaseolus vulgaris</i> l)	70
8.5.1.	Variable Días a Floración.....	70
8.5.2.	Día a Madurez Fisiológica	72
8.5.3.	Variable vainas por planta.....	75
8.5.4.	Variable grano por vaina.....	77
8.5.5.	Variable peso de 100 semillas	79
8.5.6.	Variable plantas conservadas	82
8.5.7.	Análisis de varianza para la variable Rendimiento	85
IX.	CONCLUSIONES	88
X.	RECOMENDACIONES	89
	ANEXOS.....	94

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAG
<i>Gráfico 1. Proyección de los rubros más importantes del país. Ciclo 2016-2017.....</i>	<i>11</i>
<i>Grafico 2. Precipitación Promedio</i>	<i>65</i>
<i>Grafico 3. Test de Duncan para la variable Días a floración.....</i>	<i>72</i>
<i>Grafico 4. Test de Duncan para la variable Días a Madurez Fisiológica</i>	<i>74</i>
<i>Grafico 5. Test de Duncan para la variable Vainas por Planta</i>	<i>77</i>
<i>Grafico 6. Test de Duncan para la variable Granos por Vainas</i>	<i>79</i>
<i>Grafico 7. Test de Duncan para la variable Peso de 100 semillas</i>	<i>82</i>
<i>Grafico 8. Test de Duncan para la variable Plantas Conservadas.....</i>	<i>85</i>
<i>Grafico 9. Test de Duncan para la variable Rendimiento.....</i>	<i>87</i>

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAG
<i>Figura 1. Sistema radical inicial.....</i>	13
<i>Figura 2. Plántula de Frijol.....</i>	14
<i>Figura 3. Localización esquemática de la triada de yemas axilares</i>	14
<i>Figura 4. Tipos de hojas de la planta de Frijol Figura 5. Disposición de hojas primarias</i>	16
<i>Figura 6. Desarrollo de una Inflorescencia</i>	17
<i>Figura 7. Componentes de la flor.....</i>	17
<i>Figura 8. Fruto de la planta de Frijol.....</i>	18
<i>Figura 9. Composición externa e interna de la semilla de Frijol</i>	19
<i>Figura 10: Etapa de desarrollo de una planta de frijol</i>	21
<i>Figura 11. Etapa Vo: Germinación.....</i>	22
<i>Figura 12. Etapa VI: emergencia.....</i>	22
<i>Figura 13. Etapa V2: hojas primarias</i>	23
<i>Figura 14. Etapa R5: Prefloración.....</i>	25
<i>Figura 15. Etapa R6: floración.....</i>	25
<i>Figura 16. Etapa R7: Formación de las vainas.....</i>	26
<i>Figura 17. Etapa R8: Llenado de las vainas</i>	27
<i>Figura 18. Etapa R9: maduración</i>	27
<i>Figura 19. Daño en hojas por Roya.....</i>	32
<i>Figura 20. Daño en hojas por Mosaico dorado.....</i>	33
<i>Figura 21. Daño en hojas y vainas por Bacteriosis</i>	34
<i>Figura 22. Daño en hojas por mancha angular</i>	36
<i>Figura 23. Daño en hojas y vainas por Antracnosis.....</i>	37
<i>Figura 24. Daño en hojas y vainas por Mustia hilachosa</i>	38
<i>Figura 25. Larva y adulto (escarabajo) de la gallina ciega</i>	40
<i>Figura 26. Estado adulto de la babosa o lipe del frijol</i>	41
<i>Figura 27. Larva y adulto del gorgojo de la vaina</i>	42
<i>Figura 28. Daño que ocasionan el gusano medidor</i>	44
<i>Figura 29. Etapa adulto del Chinche verde.....</i>	45
<i>Figura 30. Estado adulto de la mosca blanca.....</i>	47
<i>Figura 31. Daño que ocasiona el gusano cogollero.....</i>	48
<i>Figura 32. Etapa larva y adulto del gusano terciopelo.....</i>	49
<i>Figura 33. Etapa adulto del gusano peludo</i>	50
<i>Figura 34. Épocas de ataque de insectos según las etapas de crecimiento de la planta de frijol</i>	51
<i>Figura 35. Municipio de Tipitapa</i>	54
<i>Figura 36. Finca Loasiga.....</i>	55
<i>Figura 37. Clasificación del suelo a partir del triángulo textural.....</i>	69

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAG
<i>Tabla 1: Estimación de la Densidad Aparente.....</i>	7
<i>Tabla 2: Clases texturales de suelos.....</i>	8
<i>Tabla 3: Escala para evaluar el efecto de las sales solubles.....</i>	9
<i>Tabla 4: Taxonomía del cultivo de Frijol.....</i>	12
<i>Tabla 5: Rango de Temperaturas para el cultivo del frijol.....</i>	28
<i>Tabla 6: Resistencia a enfermedades de la variedad INTA SEQUIA PRECOZ.....</i>	52
<i>Tabla 7: Ubicación de la estación meteorológica Managua.....</i>	56
<i>Tabla 8: Genotipos de Frijol utilizados en el experimento.....</i>	59
<i>Tabla 9: Hábito de crecimiento de 24 variedades de Frijol.....</i>	62
<i>Tabla 10: Precipitación promedio, 2018.....</i>	65
<i>Tabla 11: Ubicación de la estación meteorológica Managua.....</i>	65
<i>Tabla 12: Temperatura promedio del Departamento de Managua.....</i>	66
<i>Tabla 13: Resultados fisicoquímicos de la localidad de Tipitapa.....</i>	68
<i>Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) para la variable Días a Floración.....</i>	71
<i>Tabla 15: Prueba de Duncan para la variable Días a Floración.....</i>	71
<i>Tabla 16: Análisis de varianza para la variable Días a Madurez Fisiológica.....</i>	73
<i>Tabla 17: Prueba de Duncan para la variable Días a Madurez Fisiológica.....</i>	73
<i>Tabla 18. Análisis de varianza para la variable Vainas por planta.....</i>	76
<i>Tabla 19. Prueba de Duncan para la variable Vainas por Planta.....</i>	76
<i>Tabla 20. Análisis de varianza para la variable Grano por Vaina.....</i>	78
<i>Tabla 21. Prueba de Duncan para la variable Grano por Vaina.....</i>	78
<i>Tabla 22. Análisis de varianza para la variable Peso de 100 semillas.....</i>	80
<i>Tabla 23. Prueba de Duncan para la variable Peso de 100 semillas.....</i>	81
<i>Tabla 24. Análisis de varianza para la variable Plantas conservadas.....</i>	83
<i>Tabla 25. Prueba de Duncan para la variable Plantas Conservadas.....</i>	83
<i>Tabla 26: Análisis de varianza para la variable Rendimiento.....</i>	86
<i>Tabla 27: Prueba de Duncan para la variable Rendimiento.....</i>	86

I. INTRODUCCIÓN

El *Phaseolus Vulgaris L.* es una de las leguminosas comestibles de suma importancia para América Latina y una gran cantidad de países en vías de desarrollo, puesto que representa una de las fuentes de proteínas más barata (IICA, 2009). Por ello es importante desarrollar investigaciones que ayuden a potenciar los rendimientos del mismo. Tal es el caso de la presente investigación que se ha llevado a cabo en la comarca Olominapa municipio de Tipitapa departamento de Managua.

En los últimos años el efecto del cambio climático, sequías prolongadas, incrementos en la temperatura, entre otras manifestaciones han causado grandes pérdidas en la parte agrícola, específicamente refiriéndose a la producción de frijol la cual un 90% está en manos de pequeños productores carentes de tecnologías, semilla de calidad y una gran mayoría sin apoyo financiero, convirtiéndolo un rubro vulnerable.

Como respuesta a la situación actual las entidades gubernamentales, como el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) se han dedicado a realizar investigaciones en conjunto con los centros de educación superior a fin de brindar opciones acorde a las posibilidades de los productores, tal es el caso de la presente Evaluación de 24 genotipos nuevos de frijol tolerantes a altas temperaturas en comparación a la variedad INTA-SEQUIA PRECOZ, la cual representa los primeros pasos para brindar un genotipo capaz de adaptarse las altas temperaturas y condiciones que el productor pueda brindarle.

El presente trabajo de investigación consiste en evaluar la adaptabilidad a altas temperaturas de 24 variedades nuevas de frijol provenientes del Zamorano, para ello se ha escogido la comarca Olominapa ubicada en el municipio de Tipitapa puesto que es considerada una zona marginal para el cultivo además que las temperaturas de esa zona se encuentran por encima de las requeridas por el cultivo.

Durante el desarrollo del ensayo se recopiló información de las características climáticas y edafológicas de la zona parte importante en la determinación de la adaptabilidad de las variedades, así también una serie de datos de carácter agronómicos y por último se realizó la medición de variables como días a floración, peso de 100 semillas, rendimiento entre otros.

La esencia de la investigación consiste en determinar cuál de los genotipos se adapta a las condiciones de altas temperaturas utilizando como parámetro la variedad INTA SEQUIA PRECOZ, mediante los análisis de varianza realizados a las variables medidas específicamente la de rendimiento que en este caso engloba la mayoría de las variables en estudio para ello se estableció el ensayo en una parcela de 375 m² la que se dividió en 4 bloques de 3 m de ancho y 25 m de largo donde se cultivaron las 25 variedades de forma aleatoria, posteriormente se subdividió en parcelas útiles de 3m de ancho y un metro de largo.

II. ANTECEDENTES

Si bien es cierto que el frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta de los nicaragüenses y que representa una fuente de ingreso para muchas familias, aun no se cuenta con un documento que detalle la capacidad de adaptación ante determinadas manifestaciones del cambio climático, específicamente ante los incrementos de temperaturas que se han registrado paulatinamente en años anteriores, a los que el cultivo es susceptible. Por lo tanto, no se tienen registros que parametren los resultados obtenidos en la investigación.

Sin embargo, se tiene conocimiento de los estudios titulados Líneas de frijol común tolerantes al estrés de altas temperaturas elaborado en cooperación por el zamorano, USDA, UPR, CIAT, y la investigación realizada por Santos Barrera de la Universidad Nacional de Colombia, la que lleva por título, Mecanismos Morfofisiológicos asociados con tolerancia a altas temperaturas en frijol común, *Phaseolus Vulgaris L.* En ambos estudios se evalúa la capacidad de adaptación de los genotipos de frijol ante la presencia de altas temperaturas a través del control de variables de carácter agronómico y cuantitativo como el rendimiento.

III. JUSTIFICACIÓN

Los incrementos en la temperatura registrados en la actualidad a causa del cambio climático repercuten grandemente en la producción de frijol, el cual es uno de los productos básicos en la dieta de los nicaragüenses además que contribuye en gran medida a la economía familiar y nacional; por tal razón a través de constantes experimentos las diferentes Instituciones gubernamentales como el INTA se han dedicado a estudiar más a fondo este cultivo con el propósito de brindar a los productores, en su mayoría pequeños, semillas mejoradas, resistentes a los fenómenos climáticos y con la capacidad de adaptarse a las condiciones que el productor les pueda brindar.

Dentro del proceso de mejoramiento la evaluación es el paso principal y uno de los más importantes puesto que recopila la información necesaria que sirve de sustento para la selección de nuevos genotipos tolerantes a los efectos del cambio climático, específicamente a las variedades tolerantes a las altas temperaturas.

Cabe destacar que se ha elegido la zona de Tipitapa por presentar niveles de temperaturas elevados además de ser considerada una zona marginal en lo que se refiere al cultivo de frijol puesto que acorde a las características que presenta está inclinada a la ganadería, al cultivo de hortalizas y gramíneas.

Es por ello que la presente evaluación recopila información que ayudara al mejoramiento de nuevas variedades de frijol tolerantes a altas temperaturas a fin de mitigar los efectos del cambio climático y contribuir a la mejora de la producción, además servirá de apoyo a los productores, estudiantes, docentes e investigadores en general que deseen profundizar sus conocimientos acerca de nuevas variedades frijol tolerantes a altas temperaturas.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- ❖ Evaluar 24 genotipos nuevos de frijol (*Phaseolus Vulgaris L*) tolerantes a altas temperaturas, en comparación a la variedad INTA sequia precoz en la comarca Olominapa del municipio de Tipitapa durante la época de postrera del 2018.

4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Definir las condiciones edafológicas de la zona en estudio, mediante análisis de suelos.
- ❖ Evaluar la adaptabilidad de los genotipos de frijol tolerantes a altas temperaturas a través de la medición de variables y parámetros agronómicos establecidos.
- ❖ Determinar los genotipos de frijol que presenten mejor adaptación y estabilidad a las condiciones del municipio de Tipitapa mediante el análisis de la variable de rendimiento.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Propiedades Físicas del Suelo

5.1.1. Porcentaje de Humedad

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. La determinación de contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco. El suelo debe secarse en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta obtener un peso constante.

5.1.2. Densidad Aparente

La Densidad aparente (DA) es la característica que en mayor grado influye sobre la productividad de los cultivos, debido a su estrecha relación con otras propiedades del suelo; incluso, en algunas especies ejerce un mayor efecto que el mismo uso de fertilizantes. Este comportamiento está asociado con las condiciones de disponibilidad y la tasa de difusión de los nutrimentos en el suelo. Cuando la densidad aparente de un suelo aumenta, se incrementa la compactación y se afectan las condiciones de retención de humedad, limitando a su vez el crecimiento de las raíces. La DA es afectada por las partículas sólidas y el espacio poroso el cual a su vez está determinado principalmente por la materia orgánica del suelo. A medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la DA y viceversa. En suelos de textura fina la DA varía entre 1 y 1.2 gr/cm^3 ; la naturaleza, las dimensiones y el arreglo de las partículas del suelo además de o, además de otros factores relacionados con su formación, también influyen sobre los valores de la DA.

Tabla 1: Estimación de la Densidad Aparente

Textura	Densidad aparente crítica (mg m-3)
Franco arcilla	1.55
Franco limosa	1.65
Franco arenosa fina	1.80
Arenosa franca fina	1.85

Fuente. (OCW UPM)

5.1.3. Densidad real

La densidad real viene dada por la relación de unidad de peso y la unidad de volumen de la fase sólida del suelo, siendo más o menos constante, ya que está determinado por la composición química y mineralógica de la fase sólida. Su valor es 2,65 gr/cm³, y si es inferior se puede pensar que el suelo posee un alto contenido de yeso o de materia orgánica.

5.1.4. Porosidad

Se entiende por porosidad del suelo al volumen ocupado por las fases líquida y/o gaseosa. La porosidad del suelo viene representada por el porcentaje de huecos existentes en el mismo frente al volumen total. La porosidad depende de la textura, de la estructura y de la actividad biológica del suelo. Cuanto más grueso son los elementos de la textura mayores son los huecos entre ellos, salvo si las partículas más finas se colocan dentro de esos huecos o si los cementos coloidales los obturan.

Puede ser calculada a partir de la densidad real y la densidad aparente y resulta la suma de la porosidad capilar y de la porosidad no capilar. El cálculo de la porosidad total puede hacerse mediante los valores de

$$P = (1 - D_a / D_r) * 100\%$$

Dónde:

Da: Densidad Aparente

Dr: Densidad real

5.1.5. Textura

La textura indica el contenido relativo de las partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

La tabla muestra las Clases texturales de suelos, según el USDA:

Tabla 2: Clases texturales de suelos

Nombres vulgares de los suelos(textura general)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
Suelos arcillosos (textura fina)	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Fuente. (FAO, 2006)

5.2. Propiedades Químicas del suelo

5.2.1. PH del Suelo

El pH del suelo permite conocer que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, dicho que la solución del suelo es donde las raíces de las plantas toman los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. La escala de medición del pH está entre los valores de 0 a 14. El pH también es un indicador de múltiples propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo que influyen fuertemente sobre la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas (INTIGRI, 2014).

5.2.2. Conductividad Eléctrica

La Conductividad Eléctrica es una variable que depende de la cantidad de sales disueltas presentes en un líquido y es inversamente proporcional a la resistividad del mismo (INFOAGRO, 2002). La medida de la conductividad eléctrica de los extractos obtenidos de los suelos permite establecer una estimación aproximadamente cuantitativa de la cantidad de sales que contienen (Kike, 2005). La tabla muestra la escala para evaluar el efecto de las sales solubles.

Tabla 3: Escala para evaluar el efecto de las sales solubles

Escala de Conductividad (ms/cm a 25°C)	Clase de salinidad	Efectos
0-2	No salino	Efectos despreciables de Salinidad
2-4	Ligeramente salino	Rendimientos de cultivos muy sensibles pueden ser restringidos
4-8	Medianamente Salino	Rendimientos de muchos cultivos son restringidos
8-16	Fuertemente Salino	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente
>16	Extremadamente Salino	Muy pocos cultivos tolerantes con rendimiento satisfactorio

Fuente. (Kike, 2005)

5.2.3. Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo está formada por compuestos que provienen de restos de organismos, ya sea plantas y animales, y sus productos de desecho. La naturaleza química de la MOS está constituida por una serie de compuestos de complejidad variable en un continuo estado de transformación, desde los residuos de cultivos y animales recientemente incorporados hasta la compleja estructura del humus alcanzada después de períodos muy extensos de transformación (Paz Millas, 1998).

5.3. Importancia del Frijol

El frijol se ha cultivado históricamente en función de la dieta alimenticia básica del nicaragüense, constituida por maíz, frijol y arroz y se convierte, por lo tanto, en la principal fuente de proteínas.

La proteína vegetal que aportan los frijoles es de menor calidad que la que aportan los alimentos de origen animal (si combinamos los frijoles con granos de arroz, maíz o trigo, la proteína que obtenemos va a ser de alta calidad).

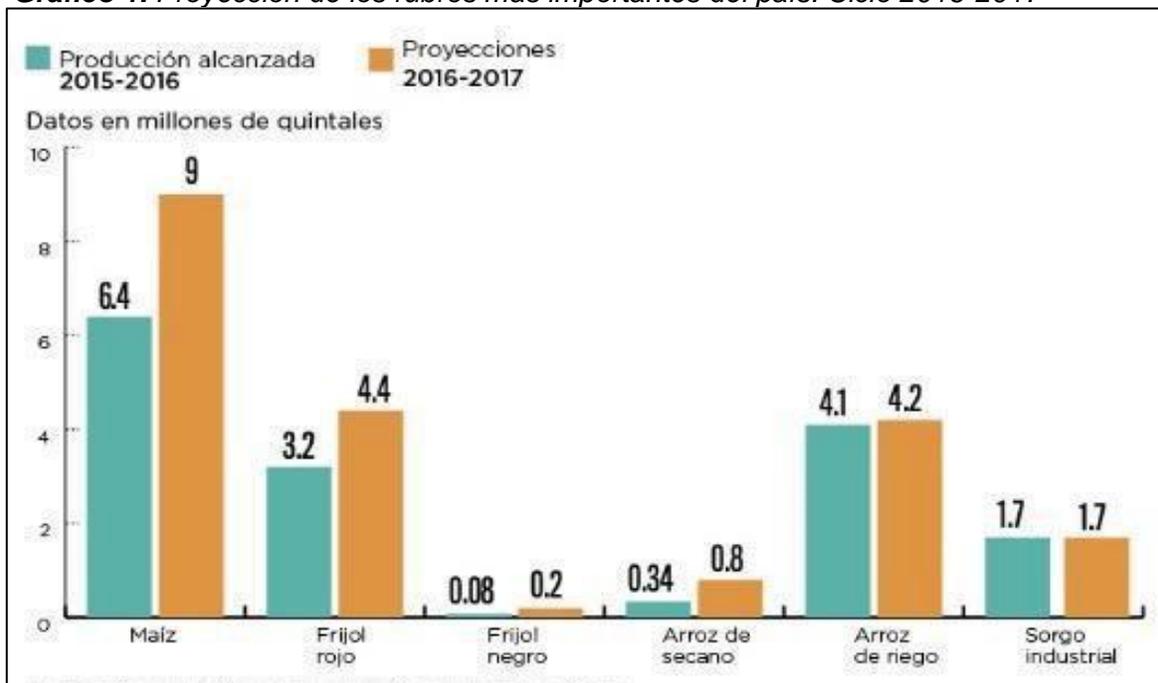
Los demás países centroamericanos también son consumidores de frijol. El frijol contiene 12.3% de proteínas, 7% de hierro y 2.2%, de vitamina B características que la convierten en la leguminosa más cultivada del mundo.

La implementación de este rubro en la dieta nicaragüense ayudaría a reducir enfermedades tales como: diabetes tipo II o enfermedades cardiovasculares.

5.4. Evolución del cultivo de frijol en Nicaragua

Durante años se cultiva y se cosecha frijol como unos de los rubros principales del país dicho producto exportado al extranjero ha crecido en toneladas y superficies durante décadas, tiene alta adaptabilidad, se cultiva en zona tropical y templada en el país también es de fácil control y manejo al agrónomo.

Gráfico 1. Proyección de los rubros más importantes del país. Ciclo 2016-2017



Fuente. El Nuevo Diario, 2016

Comparando las producciones alcanzadas y las proyecciones para dicha fecha destinada se alcanzó un crecimiento establecido por los analistas del Banco Central de Nicaragua (BCN), el producto interno bruto crece cada año y se espera que las proyecciones sean mejores en los próximos años (Nuevo Diario, 2016).

Desde hace algunos años la producción de frijol rojo y negro en Nicaragua viene presentando diferentes problemas: plagas, enfermedades, pero ninguna de estas ha afectado tanto como la constante variación de las condiciones climáticas en un mismo ciclo de siembra. El fenómeno del niño ha venido modificando la adaptabilidad del cultivo en el país y pequeños productores están adquiriendo los nuevos métodos y especies que toleran los nuevos cambios climatológicos, se les capacita y se le da una nueva metodología para producir más en pequeñas superficies de hectáreas y no seguir expandiendo el campo agrícola.

5.5. Cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.)

Es originario de Mesoamérica y las zonas andinas, se le conoce con diferentes nombres: judía, alubia, habichuela, frejol, haba, poroto y otros. De las especies leguminosas en donde el frijol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde las zonas tropicales hasta las zonas de altas temperaturas.

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta de los nicaragüenses y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina, pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta adecuada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frijol con cereales (arroz, maíz, otros).

El frijol es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína y generar empleo e ingresos a las familias rurales y es un cultivo con importancia socioeconómica tanto por la superficie de siembra como por la cantidad de consumo per cápita en el país.

5.6 Taxonomía del cultivo del frijol

Tabla 4: Taxonomía del cultivo de Frijol

Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Phaseolinae
Genero	Phaseolus
Sección	Phaseolus
Especie	<i>Phaseolus Vulgaris</i>

Fuente. Wikipedia, 2008

5.7. Morfología del cultivo del Frijol

5.7.1. Raíz

En la primera etapa de desarrollo el sistema radical está formado por la radícula del embrión la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable.

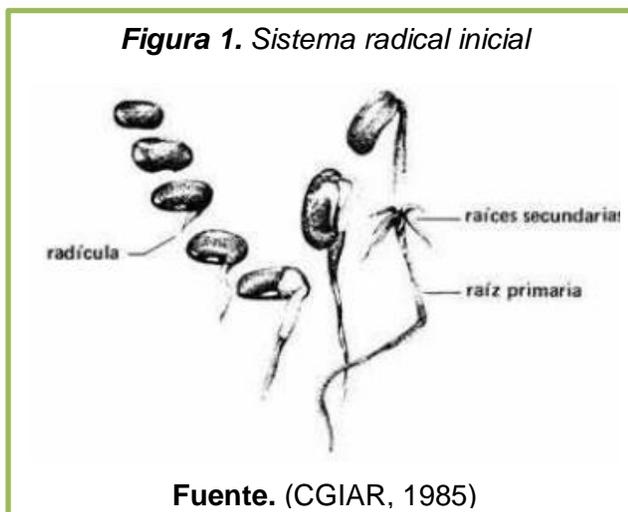
A los pocos días de la emergencia de la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se

desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal; se encuentran de 3 a 7 de estas raíces en disposición de corona y tienen un diámetro un poco menor que la raíz principal.

Se denominan secundarias debido a que su desarrollo ocurre a partir de la raíz principal o primaria. Existen otras raíces secundarias que aparecen un poco más tarde y más abajo sobre la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales además se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general el sistema radical superficial ya que el mayor volumen de la raíz se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

5.7.2. Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristema apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene una fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de



las hojas (o de los cotiledones) en el tallo. El ángulo formado entre el pecíolo de las hojas y la prolongación del tallo se denomina axila; en las axilas aparece un complejo de yemas que luego se desarrollan como ramas laterales y/o como inflorescencias.

El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o

levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas. Puede ser erecto, semi postrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad; pero en general, el tallo tiende a ser vertical ya sea que el frijol crezca solo o con algún soporte.

5.7.3. Ramas y complejos axilares

Las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en la axila de una hoja o en la inserción de los cotiledones. Este es el denominado complejo axilar que generalmente formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo.

Una rama en sus primeros estados de desarrollo se puede distinguir porque

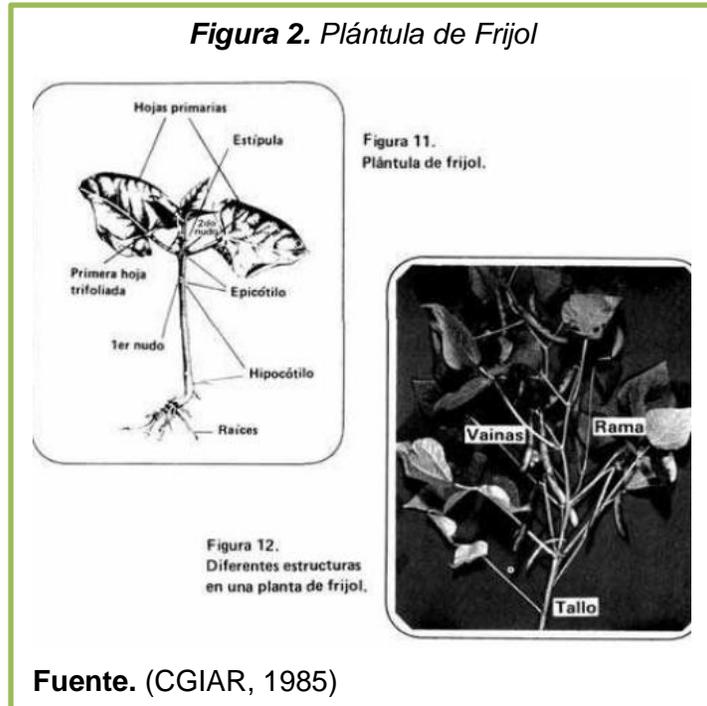
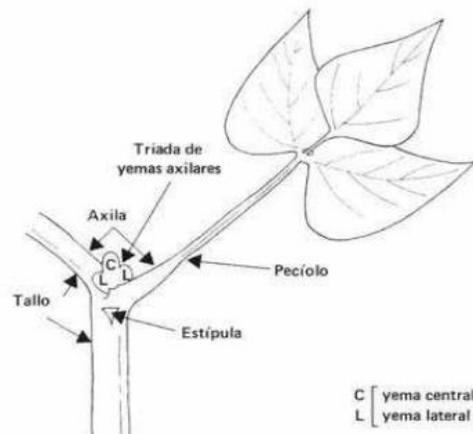


Figura 3. Localización esquemática de la triada de yemas axilares



Fuente. (CGIAR, 1985)

las estípulas de la primera hoja trifoliada de esa rama, cubren casi totalmente dicha estructura. Estas estípulas tienen forma triangular y aplanada; además son visibles los ápices de los folíolos de dicha hoja.

De este complejo axilar, además de ramas se pueden desarrollar otras estructuras como las inflorescencias; el predominio de ramas y/o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada.

5.7.4. Tamaño

De hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y de hasta 3 m de largo las enredaderas.

5.7.5. Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. En dichos nudos siempre se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas.

En la planta de frijol solo hay dos hojas simples: las primarias; aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas. Estas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las estípulas son bífidas al nivel de las hojas primarias.

Las hojas compuestas, trifoliadas, (trifolioladas), son las hojas típicas del frijol. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. Tanto el pecíolo como el raquis son acanalados. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados.

Figura 4. Tipos de hojas de la planta de Frijol

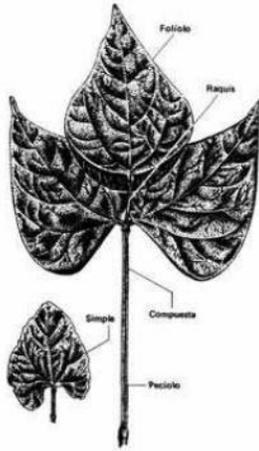
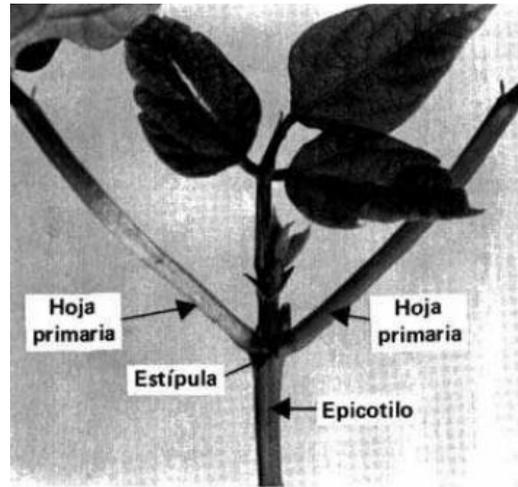


Figura 5. Disposición de hojas primarias



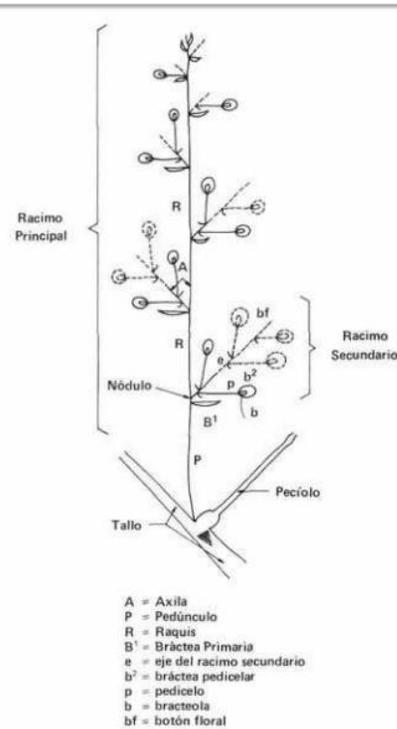
Fuente. (CIAT, 1992)

5.7.6. Inflorescencia

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales. Desde el punto de vista botánico se consideran como racimos de racimos: es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y la prolongación del raquis.

El racimo se distingue en su estado inicial porque la forma del conjunto tiende a ser cilíndrica o esférica y está cubierto principalmente por dos estructuras foliáceas de forma triangular, es decir las brácteas primarias de las primeras inserciones florales de la inflorescencia; en dicho conjunto también se pueden distinguir las bractéolas redondeadas y multinerviales de las primeras flores.

Figura 6. Desarrollo de una Inflorescencia



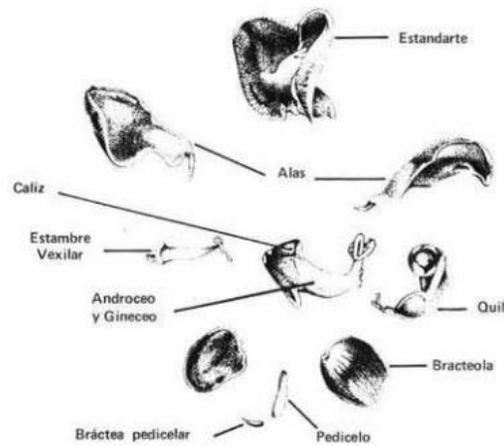
Fuente. (CGIAR, 1985)

5.7.7. Flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados; el botón floral y la flor completamente abierta.

El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila, en su estado inicial está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su

Figura 7. Componentes de la flor



Fuente. (CGIAR, 1985)

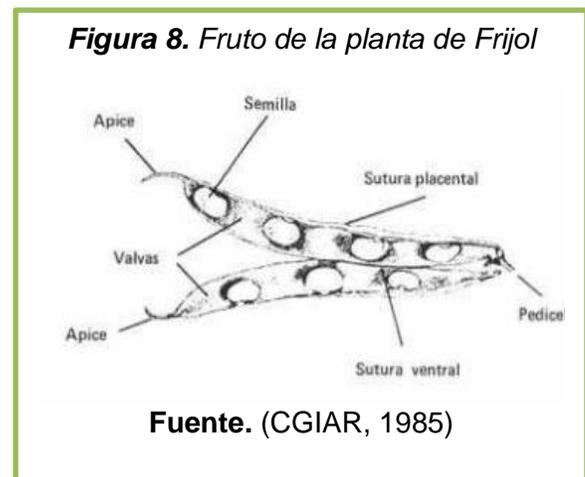
estado final, la corola que aún está cerrada sobresale y las bractéolas cubren sólo el cáliz.

La morfología floral de *Phaseolus Vulgaris* L. favorece el mecanismo de autopolinización. En efecto, las anteras están al mismo nivel que el estigma y además ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce la dehiscencia de las anteras (antesis) el polen cae directamente sobre el estigma.

5.7.8. Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.

Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas: una es la sutura dorsal, llamada placental; la otra sutura se denomina sutura ventral.



Los óvulos, que son las futuras semillas, se alternan en la sutura placental; en consecuencia, las semillas también alternan.

5.7.9. Semilla

Las partes externas más importantes de la semilla son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundina del óvulo.
- El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza principalmente la absorción del agua.
- El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilótropo.

Respecto a la posición de la semilla en la vaina, los micrópilos están dispuestos en la dirección del ápice de la vaina y los rafes en la dirección del pedicelo.

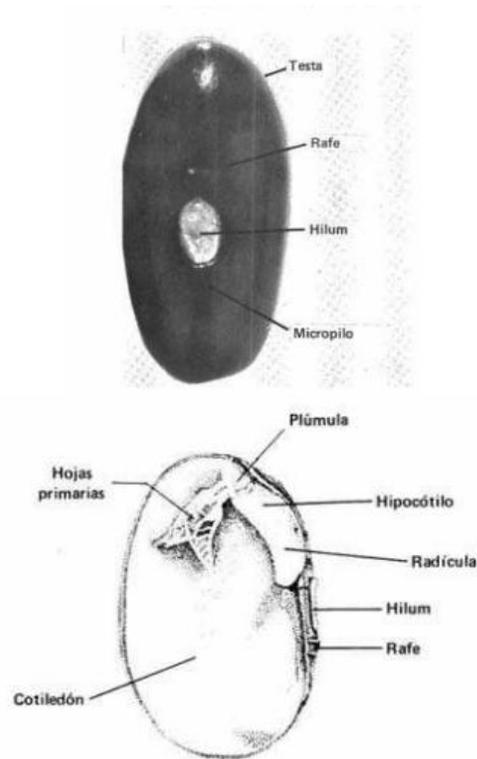
Internamente la semilla está constituida solamente por el embrión el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula.

El complejo plúmula-radícula está situado entre los cotiledones, al lado ventral del grano de tal manera que la radícula está en contacto con el micrópilo. En el grano seco el complejo plúmula-radícula, ocupa solamente una parte muy reducida del espacio libre entre los cotiledones.

Calculado en base a materia seca de la semilla, la testa representa el 9%, los cotiledones 90% y el embrión el 1%. La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.), de forma y de brillo. La combinación de colores también es muy frecuente.

Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de variedades de frijol como consecuencia de la gran diversidad genética que existe dentro de esta especie.

Figura 9. Composición externa e interna de la semilla de Frijol



Fuente. (CGIAR, 1985)

5.8. Etapa de desarrollo de la planta de Frijol

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva.

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento. La fase reproductiva está comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa y así sucesivamente.

La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa; es decir, V si la etapa pertenece a la fase vegetativa o R si pertenece a la reproductiva.

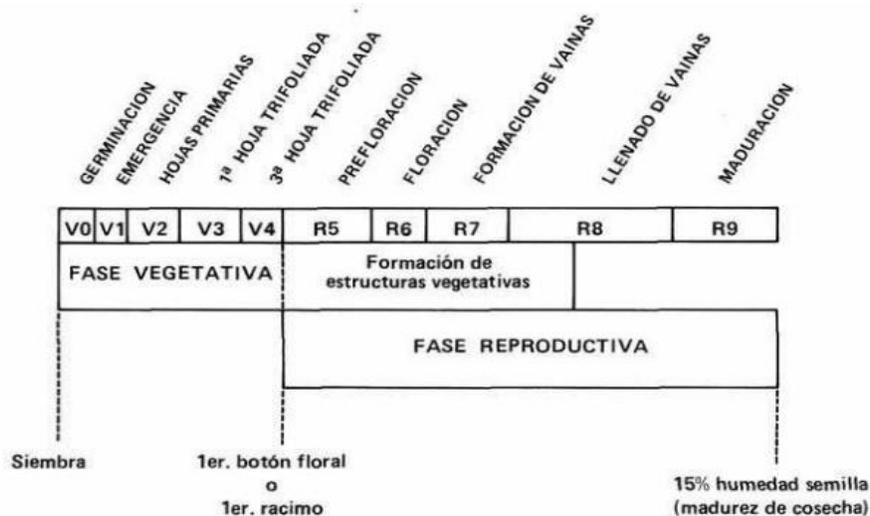
5.8.1. Factores que influyen en la duración de las etapas

Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del frijol incluyen el genotipo (cuyas características, hábito de crecimiento y precocidad pueden variar), y el clima. Existen otros factores tales como las condiciones de fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros, que causan variación en la duración de las etapas.

Hábito de crecimiento: Las plantas de frijol pueden ser de hábito de crecimiento determinado o indeterminado, lo cual está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas. Si al empezar la fase reproductiva el tallo y las ramas terminan en un racimo, la planta es de hábito determinado y si terminan en un meristema vegetativo, la planta es de hábito indeterminado.

Según el CIAT se han definido cuatro diferentes hábitos de crecimiento basados en las características de la parte terminal del tallo, el número de nudos, la longitud de los entrenudos y la aptitud para trepar: Tipo I, determinado arbustivo; Tipo II, indeterminado arbustivo; Tipo III, indeterminado postrado; y Tipo IV, indeterminado trepador.

Figura 10: Etapa de desarrollo de una planta de frijol



Fuente. (CGIAR, 1985)

5.8.2. Descripción de las etapas de desarrollo

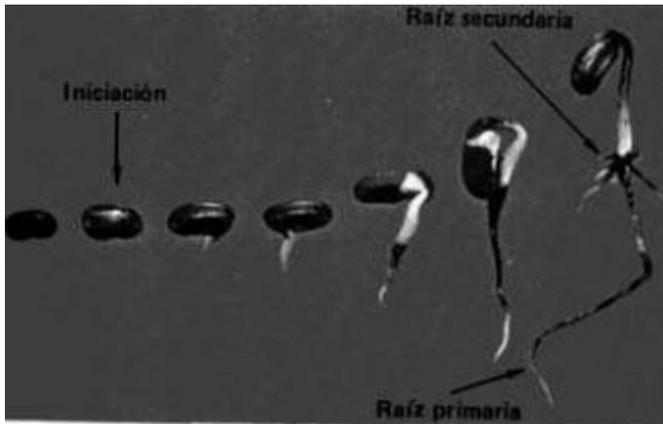
❖ Etapas de la fase vegetativa

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

❖ Etapa V0: germinación

La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones. Emerge la radícula que luego se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias y las raíces terciarias

Figura 11. Etapa Vo: Germinación



Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ Etapa VI: emergencia

Se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa VI cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones a nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando se encuentra completamente erecto, los cotiledones quedan por encima del nivel del suelo, comienzan a separarse y se nota que el epicotilo ha empezado a desarrollarse. Luego aparecen y comienza el despliegue de las hojas primarias; las empiezan a separarse y a abrirse hasta desplegarse totalmente.

Figura 12. Etapa VI: emergencia



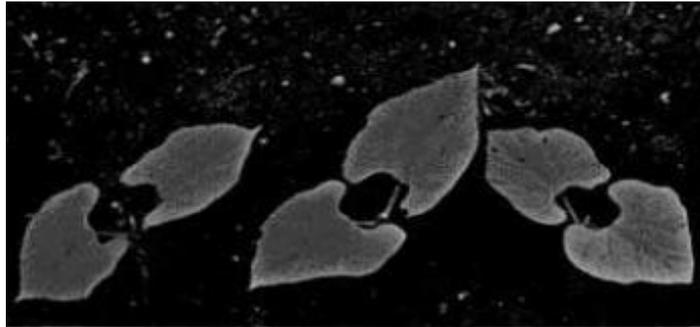
Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ Etapa V2: hojas primarias

Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando completamente desplegadas se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado su tamaño

máximo. En esta etapa los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose. La primera hoja trifoliada comienza su crecimiento y continúa su desarrollo hasta desplegarse completamente.

Figura 13. *Etapa V2: hojas primarias*



Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ **Etapa V3: primera hoja trifoliada**

La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada, se inicia en éste la etapa V3.

Se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un plano. La hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo y son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el peciolo de la hoja trifoliada; por esta razón, cuando se inicia la etapa V3, la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.

Luego el peciolo y el entrenudo crece y la primera hoja trifoliada se superponen a las hojas primarias; la segunda hoja trifoliada ya ha aparecido y los cotiledones se han secado completamente y, por lo general, han caído.

El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega

❖ **Etapas V4: Tercera hoja trifoliada**

La etapa V4 comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia la etapa V4 cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. De igual manera que para la primera y segunda hoja trifoliada, ésta se considera desplegada cuando las de los foliolos se encuentran en un solo plano; se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera y segunda hoja trifoliada.

Es a partir de esta etapa que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas de la planta, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones. Las yemas de los nudos inferiores de la planta generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación y el número y la longitud de las ramas dependen, entre otros factores, del genotipo y de las condiciones de cultivo.

La primera rama generalmente comienza su desarrollo cuando la planta inicia la etapa V3 o sea cuando la planta tiene la primera hoja trifoliada desplegada. Cuando en el tallo principal se encuentra un promedio de tres o cuatro hojas trifoliadas desplegadas, la primera rama presenta generalmente la primera hoja trifoliada.

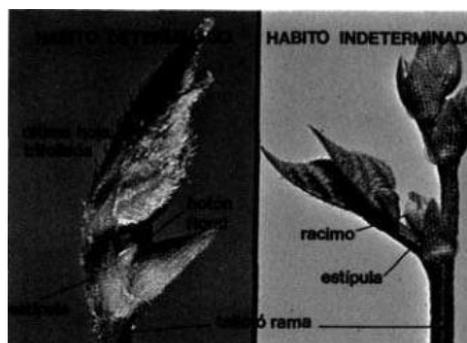
❖ **Etapas de la fase reproductiva**

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. En el de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, o sea que la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que, en las plantas de hábito de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas.

❖ **Etapa R5: prefloración**

Inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En condiciones de cultivo, se considera que éste ha entrado en esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En una variedad de hábito determinado, se nota entonces el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o la rama. En cambio, en las variedades indeterminadas, al inicio de esta etapa, los racimos se observan en los nudos inferiores.

Figura 14. Etapa R5: Prefloración



Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ **Etapa R6: floración**

Esta etapa inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado (Tipo I) la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores; el contrario, en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado (Tipos II, III y IV), la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente.

Figura 15. Etapa R6: floración



Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ **Etapa R7: formación de las vainas**

Esta etapa inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

La formación de la vaina inicialmente comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

Figura 16. *Etapa R7:
Formación de las vainas*



Fuente. (CGIAT, 1986)

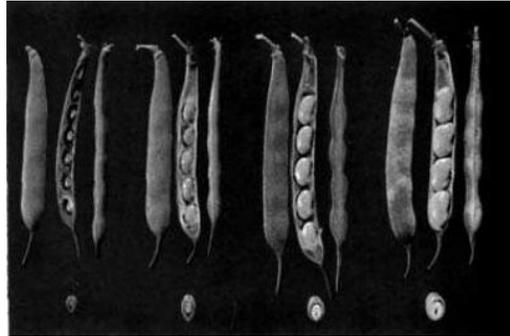
❖ **Etapa R8: llenado de las vainas**

En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Vistas por las suturas o de lado, las vainas presentan abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento.

La vaina se alarga hasta los 10 o 12 días después de la floración. El peso de las valvas aumenta hasta 15 o 20 días después de la floración. El peso de los granos sólo aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo 30 a 35 días después de la floración.

Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. En gran número de variedades ocurre entonces la pigmentación de la semilla.

Figura 17. Etapa R8: Llenado de las vainas



Fuente. (CGIAT, 1986)

❖ Etapa R9: maduración

La etapa R9 se considera la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. Esta etapa se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas.

Estos cambios en la coloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída

de las hojas y todas las partes de la planta se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15%, momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica, aunque esta puede cambiar durante el almacenamiento, según la variedad.

Figura 18. Etapa R9: maduración



Figura 18. Iniciación de la Etapa R9 cambio de color de las vainas.

Figura 19. Aspecto de una planta madura lista para la cosecha.



Fuente. (CGIAT, 1986)

5.9. Requerimiento Climático del frijol

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

Es planta de clima húmedo y suave, dando las mejores producciones en climas cálidos.

La tabla muestra las temperaturas críticas para la judía son las siguientes:

Tabla 5: Rango de Temperaturas para el cultivo del frijol

Rangos de temperatura	
Temperatura optima de suelo	15-20°C
Temperatura ambiente para germinación.	20-30°C
Temperatura mínima para germinación.	10°C
Temperatura optima durante el día.	21-28°C
Temperatura oprima durante la noche.	16-18°C
Temperatura máxima Biológica.	35-37°C
Temperatura mínima biológica	10-14°C
Temperatura mínima letal.	0-2°C
Temperatura optima de polinización.	15-25°C

Fuente. Academia, 2009

Cuando la temperatura oscila entre 12-15°C la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15°C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30°C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores (INFOAGRO, 2019).

5.10. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo del frijol puede variar de 66 a 80 días para las variedades precoz y puede aumentar para las variedades criollas.

5.11. Cantidad de semillas por manzana

Para un rendimiento óptimo para la producción de frijol por manzana según INTA la cantidad de semilla a utilizar es de 70 a 80 libras p/mz.

5.12. Distancia de siembra

Se recomienda la distancia entre 50 a 60 centímetros entre surcos y de 10 a 12 semillas por metro lineal, esta distancia permite alcanzar una población óptima de plantas y obtener buenos rendimientos.

5.13. Cosecha del frijol

La cosecha se realiza en tres fases: arranque, enchorizado y trilla, e inicia al presentarse la madurez fisiológica de la planta. El corte se puede realizar en forma manual o mecánica; los chorizos se forman entre 8 y 12 días después, cuando el follaje esté completamente seco con 8 o 12 surcos, dependiendo de lo voluminoso del follaje. Existen equipos que en un solo paso realizan el corte y enchorizado. Para la trilla se debe considerar el porcentaje de humedad del grano, el cual debe variar del 12 al 14% para evitar el daño en el grano y castigos en la reciba. Es preciso hacer los ajustes a la trilladora para no quebrar semillas (INFORURAL, 2012).

El frijol se arranca una vez que sus vainas alcancen su madurez fisiológica y se amontona cuando se han secado totalmente.

Una vez amontonado es cubierto con un plástico transparente, este acelera el secado por el sol y protege la cosecha de las lluvias. Se debe dejar un espacio entre el suelo y el plástico que sirva como ventilación.

Luego se aporrea o trilla a mano o mecánicamente, utilizando por lo general un chapulín con la respectiva máquina desgranadora (ASOPROVERACRUZ, 2010).

5.14. Secado

El objetivo principal del secado es reducir la humedad de cosecha de los granos hasta niveles seguros para su consumo o almacenamiento. Con esto se disminuye el riesgo del ataque de hongos, bacterias e insectos, para que el grano esté listo para su consumo o almacenamiento. La humedad del grano es, precisamente, uno de los principales factores a tener en cuenta al almacenar o simplemente empacar cierta cantidad de granos de frijol, y de ella depende en gran medida la calidad del producto almacenado (II Granos, 2014).

5.15. Almacenamiento

El frijol una vez seco (13% de humedad) se debe ensacar para su comercialización inmediata, si se va a esperar unos días para su venta o consumo los sacos deben estibarse sobre polines de madera y separados de la pared para que exista suficiente aireación para evitar exceso de calor que endurece el grano. Para evitar daños por insectos en el grano almacenado los productores han experimentado con buenos resultados: Aplicar en los sacos de frijol la ceniza de caca de vaca, amarrar y estibar y/o dejar el frijol con broza. Recomiendan que esté bien seco y no mover el saco del polín hasta que lo vayan a utilizar. Hacen hincapié en que la calidad del grano para almacenar es fundamental, así como la humedad, si el grano es de baja calidad es preferible comercializarlo de inmediato. El almacenamiento en silos metálicos permite guardar el grano en mayores volúmenes a granel y libre de riesgos por humedad, insectos y ratas (Cultivo del Frijol, 2010).

5.16. Características de suelos para el cultivo del frijol

El frijol se puede establecer en una gran diversidad de suelos de características variables. Sin embargo, se deben seleccionar terrenos con suelos que permitan el crecimiento radical hasta por lo menos 50 cm, de manera que las plantas puedan extraer suficiente agua y los nutrimentos necesarios para su desarrollo.

Los suelos para este tipo de cultivo deben ser profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera texturas franco arcillosas. Para el crecimiento de este cultivo las elevaciones predominan entre los 400 y los 1200 msnm.

El frijol es muy susceptible a la alta acidez del suelo, sobre todo cuando se presenta asociada a niveles tóxicos de aluminio y manganeso. El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5. Dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5 (FAO, 2007).

5.17. Preparación del terreno

La preparación del terreno se inicia con un pase de arado a una profundidad de 20 a 30 cm, seguido de dos pases de rastra, para obtener un suelo sin terrones y lograr suelos sueltos que ofrecen condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del cultivo.

Si se siembra el frijol en relevo con maíz, es aconsejable limpiar entre hileras con cuma, azadón o herbicidas antes de la siembra.

Si el terreno es de ladera, la siembra debe hacerse siguiendo las curvas de nivel (perpendicular a la pendiente) para reducir la pérdida de suelo y lavado de sus nutrientes. Para incrementar la productividad de frijol y otros cultivos, y conservar el suelo y agua, se recomienda el empleo de zanjas o acequias de ladera y la labranza mínima continua.

Mediante una preparación adecuada del suelo se puede mejorar la producción del frijol, y reducir la presencia de plagas y enfermedades (Zamorano, 2003).

Para la preparación del terreno se recomienda:

- Incorporar los rastrojos, si en el cultivo anterior hubo poca o ninguna presencia de enfermedades y plagas.
- Eliminar los rastrojos mediante quema, o rotar cultivos o buscar otro sitio, si en el cultivo anterior se presentaron muchas enfermedades y plagas, las cuales pueden permanecer en el suelo hasta tres años.

5.18. Enfermedades que afectan el cultivo de frijol

5.18.1. Roya

La roya conocida como unas de las enfermedades de mayor importancia para la siembra esta comienza en el mes septiembre y la de verano cuando se siembra bajo riego. Sin embargo, el ataque de la roya es más fuerte en siembras bajo riego y en postrera que en las siembras en primera.

Ataca principalmente en las hojas como pequeños puntos de color café – rojizos denominados postulas de tamaño variables rodeadas de un halo amarillo y en gran cantidad.

Figura 19. Daño en hojas por Roya



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- Rotar cultivos y eliminar restos de cosecha ayudan a reducir el ataque, pero no siempre es suficiente.
- No sembrar muy tupido.
- Variedades tolerantes.
- Aplicar fungicidas a partir de la tercera semana o antes de floración.

❖ Condiciones adecuadas para la enfermedad

- La roya es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27 C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración.
- La roya ataca desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas.
- El hongo sobrevive en los restos de cosechas, tutores, plantas de frijol voluntarias, o malezas, desde donde se disemina muy rápidamente por el viento.
- No se transmite por semilla.

5.18.2. Mosaico Dorado

El mosaico dorado es una enfermedad que ataca al cultivo del frijol es una enfermedad causada por un virus que afecta el follaje del cultivo, produciendo un moteado intenso entre las venas. Las plantas afectadas no tienen un buen desarrollo por lo que disminuye su producción hasta en un 100%. También las plantas se encrespan dando un aspecto de arrugamiento y falta de nutrientes esto secando por totalidad las matas de cultivos.

Las Causas ocasionadas por el mosaico común y necrosis en las raíces (raíz negra). Los síntomas del mosaico común pueden variar con las temperaturas ambientales y el genotipo del hospedante. Por lo general, se manifiesta con mosaico verde (manchas verde claras alternadas con verde oscuras) y encorvamiento de las hojas hacia el envés. En la misma planta pueden aparecer también hojas ampolladas y deformadas.

Figura 20. Daño en hojas por Mosaico dorado



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- Sembrar frijol lejos de otros cultivos que son reservorios de mosca blanca
- Controlar mosca blanca.
- Eliminar malezas o frijol voluntario que pueden conservar el virus.
- La mayoría de variedades mejoradas con tipo de grano para América Central tienen resistencia de moderada a alta.

❖ Condiciones adecuadas para la enfermedad

- El mosaico dorado amarillo afecta siembras en zonas calientes (25-30 C), bajo los 1.200 msnm.
- Las plantas son atacadas desde las dos semanas de la siembra y los síntomas empiezan a notarse tan solo cinco días después de la invasión de mosca blanca, el vector del virus.
- La enfermedad, se transmite mecánicamente pero no por semilla.
- Siembras vecinas de algodón, tabaco, tomate, frijol, o soya, aumentan la población de mosca blanca.

5.18.3. Bacteriosis

Ésta enfermedad conocida como bacteriosis se encuentra distribuida por todos los países, principalmente atacan a los productores que se dedican al cultivo de granos, afectando tanto al área foliar como a los frutos (vainas) de este cultivo, sobre todo en períodos lluviosos y con altas temperaturas.

Es la principal enfermedad bacteriana del frijol que ocasiona pérdidas entre 20 y 40%. Esta enfermedad Penetra en las plantas a través de los tallos y heridas, pasando a los espacios intercelulares donde se multiplica rápidamente, ocasionando grande pérdidas en las plantaciones.

Figura 21. Daño en hojas y vainas por Bacteriosis



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- Uso de semillas certificadas de variedades mejoradas
- Rotar cultivos.
- Eliminar plantas enfermas.
- Hay variedades con resistencia intermedia que
- mejoran la eficiencia del combate químico.
- Aplicar fungicidas a base de cobre.
- El uso de antibióticos resulta caro y propicia la
- aparición de resistencia en el patógeno.

❖ Condiciones adecuadas para la enfermedad

- Aparece en regiones bajo los 1.200 msnm, con temperaturas altas (20-32 C) y lluvias frecuentes.
- La planta es susceptible desde germinación hasta llenado de vainas.
- Los ataques se notan más después de floración.
- La bacteria sobrevive, por más de 10 años, en restos de cosecha, malezas, otros tipos de frijol, y semilla.
- Se transmite por semilla y se disemina fácilmente por salpique de lluvia o por el paso de personas o animales por los campos mojados.

5.18.4. Mancha angular

Ésta es una de las principales enfermedades que destruye por totalidad los plantillo de frijol el proceso que comienza a atacar en las hojas con manchas que se originan en el envés y que están delimitadas por las nervaduras, luego evolucionan hasta convertirse en lesiones grisáceas que más tarde se tornan de color marrón y carecen de coloración en los bordes. La ausencia de color en la hoja y la angularidad de las manchas constituyen características para un diagnóstico de esta enfermedad.

Las lesiones pueden ser tan numerosas como para causar una defoliación prematura. En los tallos, ramas, pecíolos las lesiones son alargadas y marrones. En las vainas las lesiones, que son menos frecuentes que en las hojas, son superficiales al principio y tienen márgenes casi negros con centro marrón-rojizo, siendo ambos netamente definidos. Las vainas infestadas presentan semillas mal desarrolladas o arrugadas.

Figura 22. Daño en hojas por mancha angular



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- Usar semilla sana y nueva.
- Eliminar del campo restos de cosechas anteriores muy afectadas.
- Rotar por un año con cualquier cultivo que no sea algún tipo de frijol.
- En casos de ataques anteriores severos aplicar fungicidas antes de la quinta semana de edad del cultivo.

❖ Condiciones adecuadas para la enfermedad

- La mancha angular es común en regiones con temperaturas intermedias (18-28 C), y períodos de lluvia alternados con días secos.
- La planta puede ser atacada desde dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vaina (la enfermedad se nota más a partir de la sexta semana).

- La enfermedad se transmite por semilla.
- El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores y en el campo se disemina rápidamente por el viento.

5.18.5. Antracnosis

La antracnosis es una enfermedad que los síntomas son causada por el hongo es probablemente la enfermedad del frijol común de mayor importancia económica a nivel mundial. Se puede decir que éste es el problema de hongos patógenos más crítico que afecta la producción de esta leguminosa.

En algunos países la antracnosis es producida en las zonas productoras de frijol ubicadas en clima medio y frío moderado, donde ocasiona pérdidas en rendimientos que oscilan entre 38 y 95%. Sin embargo, este hongo patógeno es el más crítico que afecta al frijol y puede afectar cualquier parte de la planta.

Figura 23. Daño en hojas y vainas por Antracnosis



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- El uso de semilla certificada, producida en regiones secas o aisladas, es la práctica más importante, así como el tratamiento de semilla.
- Eliminar restos de cosecha y rotar cultivos por al menos dos años.

- En ataques intermedios, aplicar fungicidas antes de floración y durante la formación de vainas. Ataques muy tempranos limitan la eficiencia de los fungicidas.

❖ **Condiciones adecuadas para la enfermedad**

- Muy común en regiones de temperaturas frescas (16-24 C), localizadas a más de 1000 msnm, con lluvias frecuentes.
- La planta es atacada desde germinación hasta llenado de vaina.
- El hongo es transmitido por semilla y sobrevive durante mucho tiempo en restos de cosechas.
- La diseminación por salpique de lluvia es muy eficiente.

5.18.6. Mustia hilachosa

Este hongo puede atacar toda la planta y los efectos secundarios en las hojas aparecen manchas redondas y húmedas desde gris verdoso a café rojizo y con un borde oscuro.

Un segundo procesos de la mustia hilachosa, es que parece quemado por herbicidas, por lo que los productores le llaman quema, requema y chamusca.

Figura 24. Daño en hojas y vainas por *Mustia hilachosa*



Fuente. (IICA, 2008)

❖ Manejo integrado

- Usar semilla certificada limpia y nueva. Usar coberturas muertas (maíz, caña o malezas).
- Sembrar en lomillos de altos.
- Evitar siembras tupidas.
- Utilizar variedades de porte erecto, o de guía con maíz en relevo o asocio, rotar lotes o cultivos (tabaco, yuca, maíz, pastos). Algunas variedades son de resistencia intermedia.
- En ataques moderados usar fungicidas sistémicos o protectores.
- Aplicar fungicidas cuando aparecen primeros síntomas. En ataques severos la aplicación es costosa.

❖ Condiciones adecuadas para la enfermedad

- Temperaturas moderadas o altas (25-32 C) y lluvias frecuentes.
- La enfermedad se inicia a partir de los hilos o de esclerocios que caen al suelo y son salpicados por la lluvia hasta las hojas, junto con tierra.
- La planta es atacada desde las dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vainas.
- El hongo sobrevive en restos de cosecha, en el suelo y en las semillas.

5.19. Plagas del cultivo del frijol

❖ *Phyllophaga* spp. Gallina ciega, gusano blanco

Los adultos son escarabajos, ronrones o cucarrones típicos. Ponen sus huevos, de color blanco aperlado, a tres o más centímetros de profundidad en el suelo. Las larvas o gusanos son robustas, en forma de "C" y miden de tres a tres y medio centímetros. Son blandas, de color blanco y cabeza color café, sin ojos aparentes. Tienen mandíbulas fuertes. Las pupas se encuentran en el suelo, en celdas construidas a 15-20 cm de profundidad. En este estado permanecen inactivas durante el verano. Su ciclo de vida puede ser de uno a dos años, dependiendo de la especie.

Figura 25. Larva y adulto (escarabajo) de la gallina ciega



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Una larva por cada tres muestras desuelo de 30 x 30 cm y 20 cm de profundidad.
- **Cultural:** En suelos donde hubo pastos o suelos infestados severamente, eliminar las malezas gramíneas (Ej. caminadora, jaragua). La aradura profunda del suelo entierra y expone al sol, las aves y otros predadores, a las larvas y pupas.
- **Biológico:** Los hongos entomopatógenos como *Metarrhizium* y *Beauveria* controlan de forma efectiva esta plaga.
- **Químico:** Se pueden utilizar insecticidas granulados incorporados al suelo.

❖ Daños

Las larvas se alimentan de las raíces dejándolas completamente destruidas y provocando, en casi todos los casos, la muerte de las plantas. El ataque normalmente ocurre en zonas localizadas del cultivo, por lo que se observan manchones de daños en la parcela. Esta plaga causa daños más frecuentes en suelos donde hubo pastos o donde el suelo estuvo cubierto de césped

5.19.1. *Sarasinula plebeia*: babosa o lipe del frijol

Los adultos son grises o marrones. Tienen cuerpo alargado. No tienen patas, son blandos y húmedos. Al moverse dejan una secreción viscosa y pegajosa que se pone brillante al secarse. Los huevos son colocados en masas en lugares húmedos como troncos, piedras, suelo o bajo la basura. Las babosas jóvenes tienen el mismo aspecto que los adultos, aunque son de menor tamaño. Se reproducen con mucha facilidad. Son hermafroditas y muy prolíficas. Su ciclo de vida depende de la humedad del lugar donde habitan. Durante las épocas secas se mantienen inactivas, produciéndose una explosión reproductiva al iniciar las lluvias (postrera en el frijol).

Figura 26. Estado adulto de la babosa o lipe del frijol



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Es de una babosa por metro cuadrado en siembras de primera y de una babosa por dos metros cuadrados en siembras de postrera.
- **Cultural:** Eliminar las malezas de hoja ancha dentro y en los alrededores del cultivo, basura y otros hospederos para acabar con los nidos de babosas. Destruir rastros. Mantener buenos drenajes.
- **Manual:** Colocar trampas para la recolección manual y destrucción de las babosas. Una babosa muerta en primera son 50 menos en postrera.

- **Químico:** Utilizar cebos a base de metaldehído en todo el terreno, en horas de la tarde. No aplicar insecticidas, porque no funcionan.

❖ Daños

En toda Centroamérica la babosa es la responsable de los daños principales en el cultivo de frijol. Tanto adultos como los ejemplares jóvenes, comen las hojas de las plantas haciendo orificios irregulares. También se alimentan de los brotes de plantas recién emergidas. En infestaciones severas producen la pérdida total de las hojas, lo que reduce los rendimientos de forma significativa. Las babosas ocasionan los daños en días nublados y húmedos, o durante las noches. En el verano la mayoría muere debido a la sequedad del ambiente.

5.19.2. *Trichapion godmani*: picudo de la vaina, gorgojo de la vaina

Los adultos son pequeños, miden entre dos y medio y tres milímetros. Son de color grisáceo. Sus alas superiores son duras y estriadas. Su principal característica es su trompa alargada. Las larvas se desarrollan dentro de las vainas. Son de color blanco y de forma curva. Su cabeza es de color café oscuro. Miden dos a tres milímetros. Las hembras colocan los huevos, uno a uno, en el tejido de las vainas recién formadas. Depositán hasta 390 huevos en toda su vida. Las pupas son desnudas y se las encuentra dentro de las vainas. Su ciclo de vida es de 20 días.

Figura 27. Larva y adulto del gorgojo de la vaina



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Ocho adultos por metro cuadrado, durante la floración y formación de las vainas.
- **Cultural:** Cortar el ciclo de vida de este insecto mediante la uniformidad en las fechas de siembra, manejo adecuado de las malezas y destrucción de los rastrojos o plantas hospederas.
- **Genético:** Utilizar variedades resistentes.
- **Biológico:** El control con depredadores y parásitos no es eficiente. Los hongos entomopatógenos *Metharrizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* han mostrado mayor efectividad.
- **Químico:** Aplicar insecticidas de contacto en todo el follaje, con atomización muy fina.

❖ Daños

El daño principal lo ocasionan las larvas que se alimentan de los granos. Al colocar los huevos, ocasionan daños en las vainas, provocando cicatrices circulares de color amarillo y malformaciones. Estos insectos pueden reducir los rendimientos y la calidad de los granos de forma considerable.

5.19.3. *Trichoplusia ni*: gusano medidor, falso medidor

En su fase adulta son palomillas de color café, de tórax abultado. Los huevos son redondeados y de color verde. Las hembras los colocan de forma individual en el haz de las hojas. Las larvas son de color verde con rayas laterales de color amarillo pálido. Sus patas torácicas siempre son blancas y poseen tres pares de falsas patas en su parte trasera. Caminan recogiendo su cuerpo como si estuvieran midiendo la superficie donde caminan. Las larvas empupan en un capullo tejido en el envés de las hojas. Su ciclo biológico dura entre 25 a 30 días.

Figura 28. Daño que ocasionan el gusano medidor



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** El recomendado es de 26 larvas por metro lineal de plantas de frijol.
- **Cultural:** El uso de variedades con buena capacidad de recuperación ayuda a mantener el rendimiento del cultivo. Se recomienda manejar densidades óptimas para controlar la plaga.
- **Biológico:** Puede ser controlada con avispas *Trichogramma*, *Telenomus remus*. Existen depredadores que destruyen todos sus estadios. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y varios hongos entomopatógenos como *Beauveria basiana* controlan esta plaga.
- **Químico:** No usar agroquímicos. En altas infestaciones usar dosis bajas de insecticidas de contacto o ingestión.

❖ Daños

Las larvas comen hojas y vainas. Altas poblaciones de larvas pueden reducir en gran medida los rendimientos. Un cultivo de frijol ya establecido puede soportar hasta 30 % de pérdidas de hojas (defoliación).

5.19.4. *Nezara viridula*: chinche verde, maya

Los adultos son de color verde claro y de forma triangular. Tienen antenas delgadas y miden aproximadamente 16 mm. Las ninfas son pequeñas, redondeadas, de color café rojizo con manchas negras, verdes, amarillas o rojas. Los huevos recién puestos tienen un color verde pálido. Antes de eclosionar se ponen amarillos o rojizos. Son colocados en masas de unos 30 huevos y tienen forma de barril. Viven unos 45 días.

Figura 29. Etapa adulto del Chinche verde



Chinche verde
Nezara viridula

Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Dos adultos o ninfas grandes por metro cuadrado, durante la formación y llenado de vainas.
- **Cultural:** No hacer una segunda siembra anual en el mismo campo. Realizar rotación de cultivos.
- **Biológico:** Los huevos son parasitados por avispas. Algunas moscas tachínidas parasitan a las ninfas maduras y los adultos.
- **Químico:** Usar insecticidas sistémicos y de contacto.

❖ Daños

Las chinches son insectos chupadores, succionan la savia de las plantas. El insecto en su fase adulta prefiere alimentarse de las vainas, esto daña las semillas y las deforma. Pueden transmitir enfermedades fungosas.

5.19.5. Bemisia tabaci: mosca blanca

Los adultos son muy pequeños, miden aproximadamente un milímetro. Tienen dos pares de alas. Se los encuentra en la cara inferior de las hojas. Cuando se mueve el follaje, vuelan rápidamente. La hembra adulta pone hasta 160 huevos sobre la superficie inferior de las hojas. Sus huevos son ovalados y diminutos. Las ninfas son de color amarillo pálido, de forma ovalada y aplanada. No tienen patas ni alas y parecen escamas. Las ninfas completamente desarrolladas miden menos de un milímetro. El insecto completa hasta 15 generaciones durante cada cultivo

❖ Control

- **Nivel crítico:** Manejar cero tolerancias debido a que es vector de muchas enfermedades virales. Realizar controles desde que se encuentre una sola mosca blanca en el cultivo.
- **Genético:** Sembrar variedades resistentes a los virus transmitidos por la mosca blanca.
- **Cultural:** Eliminar plantas con virus, malezas y plantas de pepino, tomate, soya, tabaco, algodón, que atraen a la mosca y pueden tener virus. Evitar siembras en épocas secas donde el ataque es más severo. Utilizar barreras vivas de maíz o sorgo.
- **Químico:** No se recomienda usar químicos a largo plazo. En caso necesario hacer rotación de los insecticidas aplicados. Usar insecticidas sistémicos.

❖ Daños

Las ninfas se alimentan chupando la savia de las plantas. Las hojas afectadas presentan manchas amarillentas dispersas y se arrugan o encrespan. En caso de poblaciones altas, hay un amarillamiento general del follaje. Al alimentarse, secretan una miel pegajosa que cubre las hojas y flores. En esta miel crece un hongo de color negro llamado fumagina. Las plantas dejan de crecer, pierden vigor y producen muy poco.

El insecto hace más daño como vector de virus que por el daño directo de alimentación. La mosca blanca transmite geminivirus, como los virus del Mosaico dorado, del Moteado clorótico y del Mosaico enano.

Figura 30. Estado adulto de la mosca blanca



Fuente. (CESAVEG, 2015)

5.19.6. Lepidóptera - Noctuidae: gusano cogollero, soldado

Los adultos son palomillas nocturnas de color gris marrón, con manchas en las alas. Colocan sus huevos en masas de 40 a 300 en hojas y tallos. Los huevos son inicialmente de color verde claro y luego se vuelven grises. Las larvas son gordas y de color verdoso o gris oscuro. Miden hasta 3.5 cm de largo. Durante el día se ocultan en el suelo. Las pupas son color café oscuro y son encontradas en el suelo. Estos insectos viven entre cinco a ocho semanas.

Figura 31. Daño que ocasiona el gusano cogollero



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Trece larvas por cada 10 plantas muestreadas en el mismo sitio. En sus primeras etapas el cultivo debe ser muestreado periódicamente.
- **Biológico:** Avispas ichneumoníidas y braconíidas, así como moscas tachínidas parasitan las larvas de esta plaga.
- **Cultural:** La aradura y rastreo profundo del suelo en tierra y expone al sol las larvas y pupas.
- **Químico:** Aplicar insecticidas de contacto o ingestión durante la tarde o la noche. Usar insecticidas granulados al pie de la planta y tratar la semilla. Emplear cebos con melaza, afrecho e insecticida.

❖ Daños

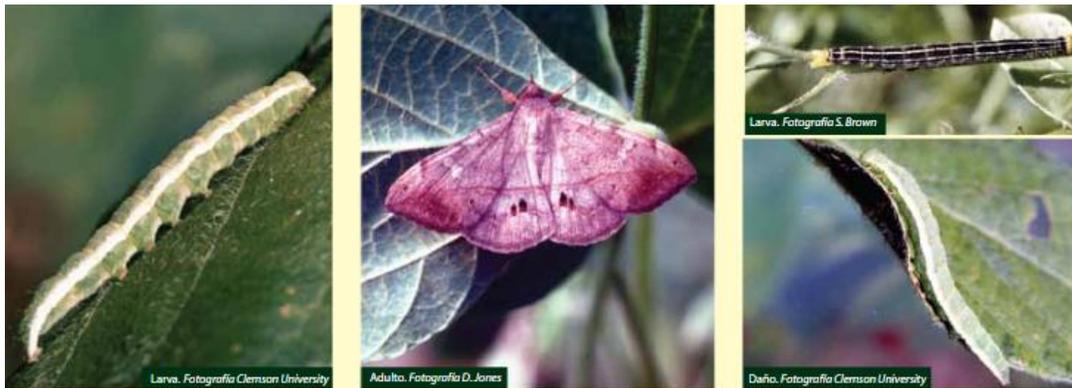
Durante la tarde y la noche, las larvas cortan los tallos de las plantas tiernas, ocasionando su muerte. Cuando la larva es joven se alimenta raspando las hojas y tallos de la planta, debilitando su crecimiento

En la época de floración y formación de vainas pueden alimentarse de estos tejidos. En los surcos, las plantas se ven afectadas en hileras, lo que causa disminución en la población del cultivo y caída en los rendimientos.

5.19.7. Lepidoptera - Noctuidae: gusano terciopelo

Los adultos son palomillas de varios colores, desde café-púrpura hasta amarillo-café pálido moteado de negro. Generalmente presentan una línea diagonal pálida de bordes oscuros que atraviesa las alas anteriores y posteriores. Ponen sus huevos en el envés de las hojas, en grupos o en forma individual. Las larvas son delgadas, de color verde pálido a café oscuro. Tienen líneas amarillas o pálidas al costado del cuerpo y en la espalda. Los segmentos están separados por bandas aterciopeladas en la piel. Son activas, se retuercen y saltan de la planta al ser perturbada

Figura 32. Etapa larva y adulto del gusano terciopelo



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Pérdida de 30% del follaje cuando las plantas están en floración.
- **Cultural:** Mantener densidades altas y variedades con buena capacidad de recuperación a la defoliación.
- **Biológico:** La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear, y varios hongos entomopatógenos controlan esta plaga.
- **Químico:** Utilizar insecticidas de contacto o ingestión. Para un buen control, es necesaria buena penetración del insecticida

❖ Daños

Las larvas son comedoras voraces del follaje y de las vainas. Cuando se presentan en altas densidades pueden dejar al cultivo sin hojas en poco tiempo. Comienzan alimentándose de las hojas en la parte superior de la planta. Una vez que eliminan todo el follaje de la planta se alimentan de la parte más suculenta del tallo. Las mayores infestaciones se dan durante la época seca. En sus primeros tres estadios pueden ser confundidas con gusanos medidores, por su similitud al caminar.

5.19.8. Estigmene acrea: gusano peludo

Los adultos son de color blanco. En sus alas se observan puntos negros. Su abdomen es anaranjado con rayas negras transversales. La hembra pone sus huevos en grandes masas, en cualquier superficie de la hoja. Los huevos son grandes, esféricos y de color amarillo. Las larvas recién nacidas son amarillas y peludas. Posteriormente cambian de amarillo púrpura a café oscuro. Tienen pelos largos de color café o negro que cubren todo el cuerpo. Llegan a medir hasta 5 cm de largo. Empupan en la superficie del suelo, entre residuos de plantas.

Figura 33. Etapa adulto del gusano peludo



Fuente. (IICA, 2010)

❖ Control

- **Nivel crítico:** Trece larvas por cada 10 plantas o daño en las hojas mayor a 20%.

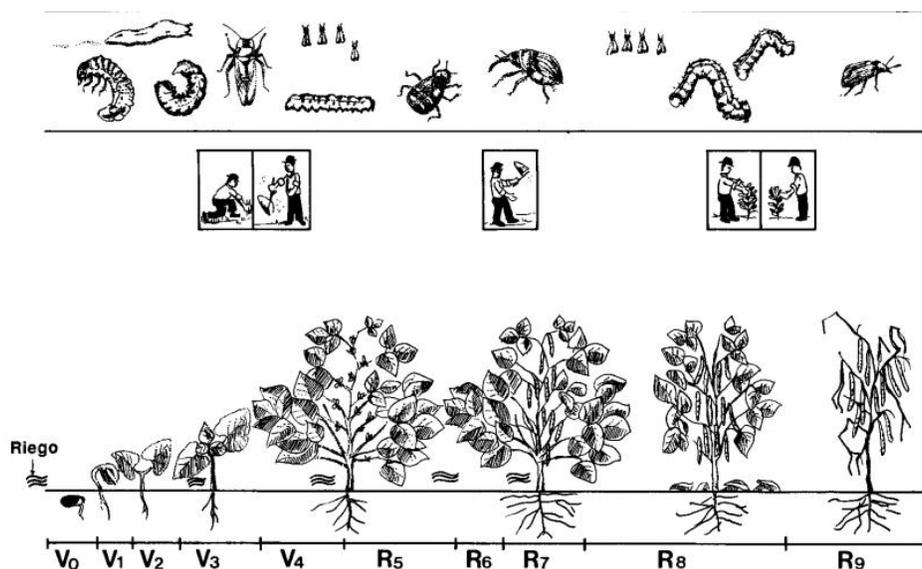
- **Cultural:** Eliminar malezas hospederas como *Bidens pilosa* y *Amaranthus* spp. Usar barreras vivas o zanjas para evitar larvas de otro cultivo cercano.
- **Biológico:** En su estado de larva y pupa puede ser controlado con varias moscas tachínidas, parasitoides. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y algunos hongos entomopatógenos controlan esta plaga.
- **Químico:** Se utiliza muy poco. En caso de aplicar-los, utilizar insecticidas de ingestión o de contacto de amplio espectro para lepidópteros.

❖ Daños

Las larvas forman grupos de varios individuos en la parte inferior de las hojas. Comen toda la hoja, excepto las nervaduras. Las hojas atacadas presentan un aspecto de esqueleto. Cuando atacan todas las hojas de una planta se movilizan a otra. En grandes poblaciones pueden dejar sin hojas al cultivo. Las plantas se ven severamente atacadas cuando las vainas están madurando.

5.20. Épocas de aparición de plagas en el cultivo de Frijol

Figura 34. Épocas de ataque de insectos según las etapas de crecimiento de la planta de frijol



Fuente. (IICA, 2010)

5.21. Genotipos de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) utilizados en el ensayo de validación

5.21.1. INTA sequia precoz (testigo)

Esta variedad mejorada fue generada por el INTA mediante la selección de líneas provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el 2007. Es una variedad tolerante a sequía. Se realizaron trabajos de ensayos y validaciones en diferentes regiones del país, teniendo aceptación por el color de grano y arquitectura erecta de la planta. De acuerdo al genotipo de la variedad tiene buenas características para soportar condiciones de sequía por su sistema radicular profundo y capacidad de extracción de nutrientes.

En Carazo, en el año 2011 con 100 mm de agua y 60 días a cosecha presentó rendimientos superiores a los 1,200 kg/ha.

❖ Descriptores de la variedad INTA sequia precoz

Nombre del genotipo: 227 SC 15367-4

Progenitores: NCB 228/RCB 224/F1/SxB 244/ -MC-16P-MQ

Color del grano: Rojo, brillante, mediano

Días a floración: 34-36 días

Días a cosecha: 76-78 días

Hábito de crecimiento: IIA. Arbustivo indeterminado, guía corta

Tabla 6: Resistencia a enfermedades de la variedad INTA SEQUIA PRECOZ

RESISTENCIA A TIPOS DE ENFERMEDADES Y CLIMA	
Mosaico común	Resistente (l, bc-3)
Mosaico dorado	Resistente (bgm-1)
Mancha angular	Susceptible
Mustia hilachosa	Tolerante
Baja humedad	Resistencia
Alta temperatura	Tolerante

Fuente. (INTA, 2013)

VI. HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis de investigación (Hi)

Los 24 genotipos de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) tolerantes a altas temperaturas, se adaptan a las condiciones climáticas de la zona, presentando excelentes rendimientos de producción en comparación a la variedad INTA Sequia Precoz.

6.2 Hipótesis Alternativa (Ha)

Al menos uno de los 24 genotipos de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) tolerantes a altas temperaturas, se adapta a las condiciones climáticas de la zona, presentando excelentes rendimientos de producción en comparación a la variedad INTA Sequia Precoz.

6.3 Hipótesis Nula (Ho)

Ninguno de los 24 genotipos de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) tolerantes a altas temperaturas, se adapta a las condiciones climáticas de la zona en comparación a la variedad INTA Sequia Precoz.

VII. METODOLOGÍA, MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del presente estudio se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

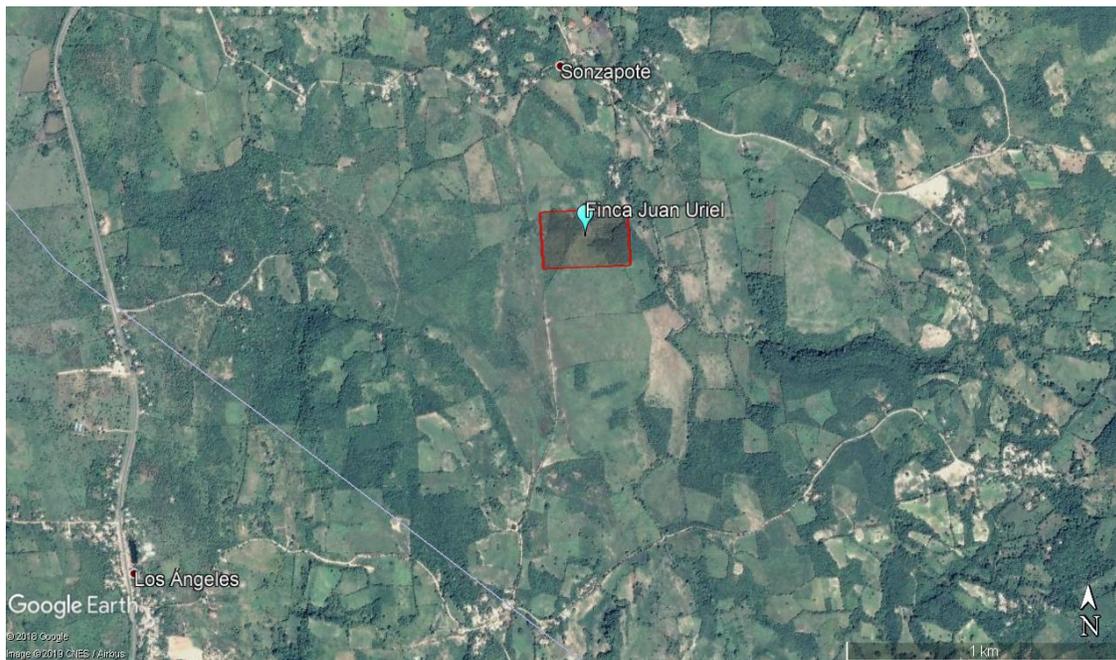
7.1 Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en la comarca Olominapa que pertenece al municipio de Tipitapa, departamento de Managua.

7.1.2 Macro localización del municipio de Tipitapa

La finca del productor Don Juan Uriel Loásiga, está ubicada en la Comunidad de Olominapa, municipio Tipitapa en el departamento de Managua la cual se encuentra en las coordenadas geográficas siguientes: latitud N 12°32'20" longitud O -86°02'28", a una altura de 500 msnm.

Figura 35. Municipio de Tipitapa



Fuente. Google Earth, 2018

7.1.2 Micro localización del Municipio de Tipitapa

Figura 36. Finca Loásiga



Fuente. Google Earth, 2018

7.2. Descripción de las condiciones climáticas de las localidades en estudio

Las características climatológicas en las que se desarrolló el ensayo son basadas en datos proporcionados por la estación meteorológica del aeropuerto de Managua, si bien es cierto no se cuenta con un dato cien por ciento preciso en lo que se refiere al clima de la localidad, sin embargo, son referencias bastante aproximadas que proporciona el Instituto de Estudios Territoriales (INETER). Cabe destacar que los datos tomados en cuenta corresponden al periodo comprendido entre septiembre y diciembre del año 2018, tiempo en que se desarrolló el ensayo.

Tabla 7: Ubicación de la estación meteorológica Managua

Estación Tipitapa	
Código	69027
Municipio	MANAGUA
Latitud	12°08'36"
Longitud	86°09'49"
Elevación	56 msnm

Fuente. INETER, 2019

7.3. Determinación de las propiedades físico-químicas del suelo y las características de la semilla

7.3.1. Propiedades físicas del suelo

La determinación de las propiedades físicas de suelo fue llevada a cabo en el Laboratorio de Edafología de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI) en la facultad de TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION (FTC), donde se recurrió a los procedimientos pertinentes para determinar las siguientes propiedades.

- Densidad aparente (Da).
- Densidad real (Dr).
- Porosidad (Pt).
- Textura.
- Capacidad de Campo (CC).
- Potencial Hidrógeno (pH).
- Conductividad Eléctrica (CE).

7.3.2. Propiedades químicas del suelo

- Nitrógeno (N)
- Fosforo disponible (P)
- Potasio (K).
- Materia Orgánica (MO)

7.3.3. Determinación de las características de la semilla de frijol

Estas pruebas se desarrollaron en los laboratorios del INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA), con apoyo del técnico de dicha institución el cual se determinaron las siguientes características del grano.

- Peso de 100 granos (gr).
- % de humedad del grano.
- Color del grano.
- Rendimiento.

7.4. MANEJO AGRONÓMICO

7.4.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó por el método tradicional mejor conocido como tracción animal (un arado halados por bueyes). La jornada de arado se determina horas por manzanas (hr/mz) es un método muy arcaico pero el único en el sitio (ver ANEXO I: Preparación de suelo) el productor Don Juan Uriel se encargó de la labor de la preparación del suelo con recursos propios. Se realizó con éxito la jornada de arado. Posterior, se toma en cuenta el manejo agronómico, determinando el no uso de productos químicos en fertilizantes hacia el suelo para determinar un mejor resultado en el crecimiento de las plántulas.

7.4.2. Selección y siembra de la semilla

Para la selección de los 24 genotipos de frijoles se llevó a cabo en la comunidad de Olominapa en conjunto con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) brindadas por la Escuela Agrícola del Zamorano de Honduras. Genotipos mejorados a las condiciones climáticas muy calientes en la zona del corredor seco ubicado al norte de Tipitapa. Los genotipos que se mencionara a continuación son parte de la selección y estudios que el Zamorano ofrece; (MHR 311-17, MER 2212-28, ICTAZAM ML, USMR 20, SB 793, SB 781,

SB-DTI, Morales, DEORHO, Cedrón, Cardenal, BIOF 2-106, Amadeus 77, FBN 1210-48, MEN 934-68, Beniquez, DOR 390, SJC 730-79, SER 78, FBN 1211-66, INB 841, IJR, PR 9920-171, y TEP 22) también se utilizó como testigo una variedad que el INTA ofrece al productor por su buena adaptación a climas de alta temperatura la cual es INTA ZEQUIA PRECOZ (ver ANEXO III: Manejo Agronómico) se utilizó para comparar los resultados de los análisis.

La siembra se realizó posterior a la preparación del suelo, llevándolo a cabo el mismo día en conjunto con el productor.

7.4.3. Control de maleza

El control cultural de maleza se realizó durante el ciclo del desarrollo del cultivo (pre, durante, y pos-siembra) con herramientas conocidas como machetes, pala y arados, eliminando por cada dos visitas semanal que se realizaba durante el desarrollo del cultivo cualquier tipo de hierba sobre la parcela establecida en el ensayo. No se utilizó ningún tipo de herbicidas en el cultivo para evitar atropellos en los análisis de laboratorios.

7.4.4. Control de plagas

En el control de plaga contra un huésped muy común en la zona como la babosa (*Helix Aspersa*) y el gusano cogollero (*Spodeptera eridania*), durante el crecimiento de la y posterior vaina se atacó con un producto insecticida agroquímico (AMISTAR) dosis de la ración de dos cc/lts fue aplicado atreves de bombas de mochila (atomizado).

7.5. DISEÑO METODOLÓGICO

En el ensayo se evaluaron 24 variedades de frijol y una variedad como testigo, para ello se destinó una parcela cuya área total comprendía 360 metros cuadrados, dimensionados en 15 metros de ancho y 25 metros de largo, que estaba dividida en 4 parcelas útiles, donde cada parcela útil era de 3 metros de

ancho por 25 metros de largo, con espacio de separación de 1 metro, entre cada parcela.

En cada parcela útil se cultivaron las 25 variedades de forma aleatoria, para ello dicha parcela útil estaba dividida en espacios de 1 metro de largo y 3 metros de ancho en donde el espaciamiento entre plantas oscilaba entre 0.10-0.15 metros y la separación entre surco será de 0.20 metros. Posteriormente, una vez se encontraba en el punto de madurez adecuado o listo para cosechar, se tomó la cantidad de 10 plantas por cada variedad, en cada parcela útil, para realizar los correspondientes análisis cualitativos y cuantitativos; es válido señalar que en cada parcela (de ancho de 1 m de largo y 3 metros de ancho) se determinó la cantidad total de plantas que se desarrollaron por cada variedad.

7.5.1. Material Genético utilizado

Tabla 8: Genotipos de Frijol utilizados en el experimento

Genotipo	Identificación	Progenitores	Origen
1	FBN 1211-66	Sin registro	Zamorano
2	SJC 730-79	Sin registro	Zamorano
3	MEN 934-68	Sin registro	Zamorano
4	Beniquez	Sin registro	Zamorano
5	MER 2212-28	Sin registro	Zamorano
6	MHR 311-17	Sin registro	Zamorano
7	INB 841	Sin registro	Zamorano
8	PR 9920-171	Sin registro	Zamorano
9	IJR	Sin registro	Zamorano
10	SER 78	Sin registro	Zamorano
11	Cedrón	Sin registro	Zamorano
12	SB-DTI	Sin registro	Zamorano
13	Cardenal	Sin registro	Zamorano
14	ICTAZAM ML	Sin registro	Zamorano

15	DEORHO	Sin registro	Zamorano
16	Morales	Sin registro	Zamorano
17	SB 781	Sin registro	Zamorano
18	SB 793	Sin registro	Zamorano
19	FBN 1210-48	Sin registro	Zamorano
20	BIOF 2-106	Sin registro	Zamorano
21	USMR 20	Sin registro	Zamorano
22	Amadeus 77	Sin registro	Zamorano
23	DOR 390	Sin registro	Zamorano
24	TEP 22	Sin registro	Zamorano
25	INTA Sequia Precoz	224/F1/SxB 244/ -MC 16P-MQ	CIAT

Fuente: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

7.6. Análisis estadístico

7.6.1. Análisis de Varianza (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) se basa en el enfoque en el cual el procedimiento utiliza las varianzas para determinar si las medias son diferentes. El procedimiento funciona cuando ANOVA arroja un “p-valor” o probabilidad de aceptar o rechazar la hipótesis tanto nula como alternativa, al ser comparado con un nivel de significación “ α ” de 0.05, se observa que es mayor que el nivel de significación (α), entonces se encuentra que no hay diferencia significativa entre las muestras y si se observa que p-valor es menor, entonces si hay diferencia significativa.

7.6.2. Test de Duncan

La prueba de rangos múltiples de Duncan ordena los tratamientos en categorías estadísticas. Tira el orden de los tratamientos, donde indica cuál es el mejor método de tratamiento, seguido del primero y el peor tratamiento, ya soportado estadísticamente.

7.7. Variables evaluadas

7.7.1. Componentes fenológicos

Las variables se evaluaron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, se tomó en cuenta las 10 plantas al azar en cuatro repeticiones, obteniéndose un total de 40 plantas por cada genotipo. Para la descripción de las variables se siguió la metodología empleada en el libro de Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol (CIAT, 1987).

En estado plántula

❖ Días a emergencia

Se evaluó de manera visual partiendo desde el día de la siembra hasta que el 50% de las plantas emergieron, (ver anexo IV: Componentes fenológicos).

Al momento de la floración

❖ Días a la floración

Se consideró apropiado evaluar esta variable ya cuando el 50% de las plantas aproximadamente habían florecido (ver anexo IV: Componentes fenológicos), es importante mencionar que esta variable se tomó desde el momento de la siembra y los días transcurrido hasta que se produce la apertura del ultimo botón floral de las 40 plantas seleccionadas por variedad.

❖ Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es de importancia en la descripción de variedades. Tapia y Camacho señalan que la mayoría de los materiales en el ámbito nacional presentan hábitos de crecimiento indeterminado, los cuales son utilizados para asociar con maíz por competir con las malezas. Esto coincide con Singh que dice que el hábito de crecimiento indeterminado tipo II es el que más predomina en las zonas bajas de América Central, en tanto el hábito de crecimiento determinado tipo I predomina en las zonas de América del Sur. Además, es también importante

conocer esta variable debido a que hábitos de crecimiento distinto responden de forma diferente a las densidades de plantas.

Los genotipos en este experimento presentaron hábito de crecimiento de tipo indeterminado con tallos y ramas erectas (IIa y IIb), de estos, el que se presentó con mayor frecuencia fue el tipo IIb con un total de 15 genotipos, mientras los restantes 8 genotipos pertenecieron al tipo IIa (tabla 12).

La evaluación se realizó al final de la floración y se utilizó el libro Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol, (CIAT, 1987), en donde especifica los tipos de crecimiento.

1= Arbusto determinado

2= Arbusto indeterminado, con tallo y ramas erectos

3=Arbusto indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreros

Tabla 9: Hábito de crecimiento de 24 variedades de Frijol

HÁBITOS DE CRECIMIENTO					
N° PLANTAS	FISIOLOGIA	HÁBITO	N° PLANTAS	FISIOLOGIA	HÁBITO
1	Excelente	1a-2a-3b	13	Excelente	1a-2b-3b
2	Excelente	1a-2a-3b	14	Excelente	1a-2b-3b
3	Buena	1a-2a-3b	15	Buena	1a-2b-3b
4	Buena	1a-2a-3b	16	Excelente	1a-2a-3a
5	Buena	1a-2a-3b	17	Excelente	1a-2a-3b
6	Buena	1b-2b-3b	18	Buena	1a-2b-3a
7	Buena	1b-2b	19	Buena	1a-2b-3a
8	Buena	1a-2b-3b	20	Excelente	1a-2b-3b
9	Buena	1a-2b-3a	21	Buena	1b-2b-3a
10	Buena	1b-2a-3a	22	Buena	1b-2b-3a
11	Excelente	1a-2b-3b	23	Buena	1a-2b-3b
12	Excelente	1a-2b-3b	24	Excelente	1a-2b-3a

Fuente. Elaboración propia

❖ **Adaptación vegetativa (vigor)**

La evaluación se realizó cuando las plantas alcanzaron su máximo desarrollo, en la prefloración, y se utilizó el libro Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol, (CIAT, 1987), en donde especifica el tipo de escala.

- Excelente
- Buena
- Intermedia
- Pobre
- Muy pobre

Al momento de la cosecha

❖ **Número de plantas cosechadas**

Este dato se tomó entre los 80-86 días después de la siembra al final del ciclo vegetativo, posteriormente se procedió al conteo de las mismas para conocer el total de plantas que se encontró en la parcela útil, (ver anexo V: Componentes del Rendimiento).

❖ **Número de vainas por planta**

Se realizó mediante el conteo de vaina para cada planta, cabe destacar que para esta variable tomaremos 4 plantas al azar de cada parcela útil que se seleccionó.

❖ **Número de granos por vaina**

Para determinar el número de semillas por vaina se tomó una vaina de cada planta. Posterior a esto se contaron las semillas por vaina.

❖ **Color de semilla**

El color de la semilla se determinó en semillas secas recientemente cosechadas. Las semillas pueden tener un solo color o pueden tener un color primario predominante junto con un color secundario.

❖ **Peso de 100 semillas**

El peso de 100 semillas se obtuvo en gramos en el cual se utilizó una balanza analítica para conocer el peso de los 100 gramos (ver anexo VIII: Determinación de los componentes del rendimiento).

❖ **Humedad de las semillas**

Se determinó después de la cosecha con la ayuda de un medidor de humedad que fue proporcionado por el INTA, (ver anexo VIII: Determinación de los componentes del rendimiento).

❖ **Rendimiento**

Se determinó el peso de semilla por parcela útil de cada variedad en el cual el dato será obtenido en kg. El rendimiento será ajustado a un 14% de humedad, en donde el ajuste de rendimiento se realizó con la fórmula propuesta del CIAT.

$$R = (Pi) \frac{(100 - \%H)}{86}$$

En donde:

R= Rendimiento de la semilla de frijol

P1= Peso inicial de la muestra de semilla.

VIII. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1. Precipitación promedio en los meses de septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre del 2018

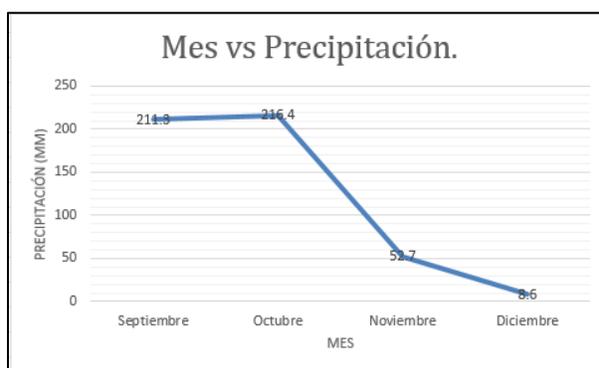
Las precipitaciones promedio registradas para los meses en que se desarrolló el ensayo se muestran en la Tabla 9, en la cual se aprecia que la precipitación con mayor intensidad se registró en el mes de octubre, donde el cultivo se encuentra en una de las etapas de mayor demanda hídrica, y la menor precipitación se registró en el mes de diciembre.

Tabla 10: Precipitación promedio, 2018

Mes	Precipitación (mm)
Septiembre	211.3
Octubre	216.4
Noviembre	52.7
Diciembre	8.6

Fuente. INETER, 2018

Grafico 2. Precipitación Promedio



Fuente. Elaboración propia

Para la obtención de los datos de precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación más próxima al municipio de Tipitapa se realizó gestión con Instituto de Estudios Territoriales (INETER), ya que ellos son los encargados de realizar los monitores a cerca del comportamiento del clima a nivel regional y territorial. Las especificaciones de la estación más próxima al municipio, de la que se tomaron los datos meteorológicos registrados, se presentan en la Tabla 10.

Tabla 11: Ubicación de la estación meteorológica Managua

Estación Tipitapa	
Código	69027
Municipio	MANAGUA
Latitud	12°08'36"
Longitud	86°09'49"
Elevación	56 msnm

Fuente. INETER, 2019

8.2. Temperatura promedio para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018 del departamento de Managua

Las temperaturas promedio registradas por la estación meteorológica del aeropuerto de Managua durante los meses que se llevó a cabo el ensayo muestran que las temperaturas promedio en esos meses fue de 31.7 grados centígrados, Tabla 11.

Tabla 12: Temperatura promedio del Departamento de Managua

Mes	T °C
Septiembre	32
Octubre	31.6
Noviembre	31.6
Diciembre	31.7

Fuente. INETER, 2019

Según USAID, (USAID, 2013), en su manual de producción de frijol; el cultivo de frijol se desarrolla de forma óptima en un rango de temperaturas que va desde los 16° a los 30°C, donde se estima que temperaturas por encima de este rango puede provocar el aborto de las flores en presencia de esta etapa además de llegar a causar deformaciones en las vainas, lo que influiría directamente en el rendimiento del cultivo.

Es evidente que el promedio de temperatura registrado durante el ensayo se encuentra por encima del rango óptimo para el desarrollo del cultivo, por ende la ocurrencia de afectaciones debido al exceso de temperaturas es mayor, sin embargo la esencia del ensayo radica en determinar el o los genotipos que mejor se adapten a condiciones desfavorables, elevadas temperaturas.

8.3. Análisis de los resultados del comportamiento hídrico en la zona, según las etapas del cultivo

En un primer paso se determinó la evapotranspiración tomando como referencia los datos proporcionados por la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Augusto C. Sandino. Para ello se utilizó el software Cropwat el cual nos indica que en general durante el ciclo del cultivo se estuvo bajo la influencia de una evapotranspiración de 4.61 mm/día, lo que nos indica que para cubrir las necesidades básicas para el desarrollo del cultivo se debió suministrar al menos 4.61 mm/día como lámina de riego. Cabe destacar que el ensayo se desarrolló de secano por lo que no se realizó un control de láminas riego.

Según la guía técnica para el cultivo de frijol elaborada por el INTA, (INTA, 2009); el cultivo requiere una lámina de agua de 3.4 mm/día desde la siembra hasta la prefloración correspondiente al periodo comprendido desde el día cero hasta 28 días después de sembrado, 6 mm/día durante la etapa de floración, ocurre entre los 28 – 38 días después de sembrados hasta 40 o 60 días después de la siembra que inicia el llenado de vainas y 5 mm/día durante la formación de vainas y el llenado de granos etapa que ocurre entre 65 y 75 días después de sembrados. En general las necesidades hídricas del cultivo varían entre 300 y 400 mm a lo largo del ciclo.

Según los datos meteorológicos proporcionados por la estación del aeropuerto y los resultados obtenidos por el Cropwat desde la etapa de siembra hasta la prefloración se obtuvo un promedio de precipitación efectiva de 4.6 mm/día, al establecer comparación con los datos suministrados por la ficha técnica para el cultivo de frijol, la cantidad de agua suministrada producto de precipitación efectiva supero en un 38% a la cantidad requerida por el cultivo en esa etapa, sin embargo en la etapa de floración la precipitación efectiva fue de 2.62 mm/día, cubriendo un 44% de lo requerido por el cultivo en esta etapa. Durante la formación y llenado de vainas la precipitación efectiva aportada fue de 1.61 mm/día supliendo el 32% de las necesidades hídricas del cultivo. Es evidente que durante las etapas de mayor importancia por definir en gran medida el pronóstico de rendimiento del cultivo el

aporte hídrico no fue el adecuado ya que no se cumplió a cabalidad la demanda del cultivo.

8.4. Análisis fisicoquímico de la localidad en estudio (OLOMINAPA, TIPITAPA)

A continuación se presentan los resultados fisicoquímicos realizados en los suelos de la Finca de Don Juan Uriel ubicado en el municipio de Tipitapa.

Tabla 13: Resultados fisicoquímicos de la localidad de Tipitapa

Propiedad	Valor	Clasificación
% Humedad	8.25%	-
Densidad aparente	0.99 gr/cm ³	Muy baja
Densidad real	2.35 gr/cm ³	Bajo
Porosidad	59.48%	Alta
Textura	%Ar: 26.84, %Li: 31.56, %A: 41.60	Franco
Potencial Hidrogeno (pH)	7.08	Neutro
Nitrógeno (N)	0.21%	Alto
Fosforo (P disp.)	9.15 ppm	Bajo
Potasio (K)	0.69 meq/100 g suelo	Alto
Materia Orgánica (MO)	4.18%	Alto

Fuente. Elaboración propia en laboratorio de edafología de la UNI

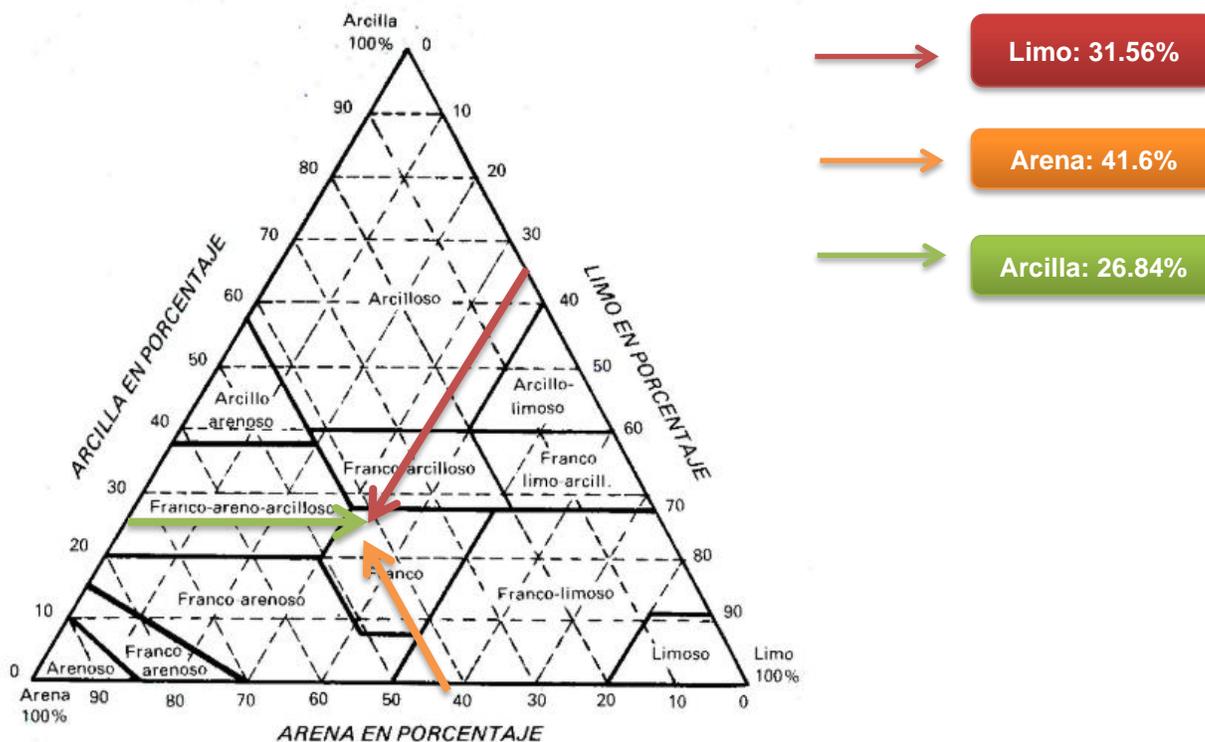
Al realizar las pruebas físicas y químicas a las muestras extraídas del área en estudio, se determinó que el Porcentaje de hidrogeno presente (pH) es neutro lo que proporciona alta disponibilidad de calcio y magnesio, de baja a moderada disponibilidad de fosforo además de baja disponibilidad de micronutrientes excepto de materia orgánica lo que se corrobora al realizar los análisis pertinentes

obteniendo un valor de materia orgánica de 4.18% considerado en el rango de alto; el potasio presente es de 0.69 meq/100 g suelo considerado alto y 9.15% de fósforo que para el cultivo de frijol es bajo ; esto en base al estudio denominado análisis de suelo metodología e interpretación elaborado por René Bernier Villaroel y El Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Se determinó que el valor de densidad aparente es de 0.99 gr/cm³, se encuentra en la escala de bajo, lo que implica que el suelo tiene un valor de porosidad alto según los análisis realizados de 59.48%.

En lo referente a la textura se tiene presencia de 2.84% de arena, 31.56% de limo y 41.6% de arcilla, según el triángulo textural (**Figura 36**) se está ante un suelo de textura franca lo que propicia un buen desarrollo para el cultivo de frijol.

Figura 37. Clasificación del suelo a partir del triángulo textural



Fuente. Guía de laboratorio de Edafología (UNI)

Tipo de suelo: Franco

8.5. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de TUKEY para las variables de cosecha y rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*)

A continuación se presentan los resultados obtenidos al procesar los datos recolectados durante el desarrollo del ensayo.

8.5.1. Variable Días a Floración

Se entiende por días a floración a la cantidad de días después de la siembra que coinciden con la etapa de desarrollo R6 o floración, para ello el 50% de las plantas deben presentar 1 o más flores abiertas.

En el cultivo de frijol se pretende tener variedades lo más precoces posible más aun cuando las condiciones en que se desarrolla el cultivo son desfavorables, de ahí la importancia de la variable Días a Floración (DAF) puesto que es un indicativo que nos muestra la precocidad de las variables en estudio.

En base a los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza (**ANOVA, tabla 14**) para la variable días a floración se determinó que existe una diferencia significativa en los genotipos evaluados con respecto al testigo, ya que el p-valor (0.0313) es menor al valor del nivel de significancia de Tukey ($\alpha= 0.05$), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (HA) que al menos uno de los genotipos tuvo diferente comportamiento en cuanto a los días a floración y lo que implica que se rechace la hipótesis nula (HO).

Con base, en la prueba de DUNCAN se determinó que el modelo estadístico clasifica los resultados obtenidos para la variable DAF (**Tabla 15**) en siete categorías (D, CD, BCD, ABCD, ABC, AB, A), según el margen de diferencia con mayor relevancia se tiene que en primer lugar se encuentra la variedad INTA sequia precoz con un margen de 35 días a floración, siendo particularmente en este caso el más precoz; seguido de las variedades PR 9920-171 e INB 841 con 36 días a floración (**Grafico 3**).

Tabla 14: Análisis de varianza (ANOVA) para la variable Días a Floración

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.46	0.26	5.32

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	250.68	27	9.28	2.29	0.0029
Genotipo	174.00	24	7.25	6.30	0.0313
Error	292.32	72	4.06	1.79	
Total	543.00	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

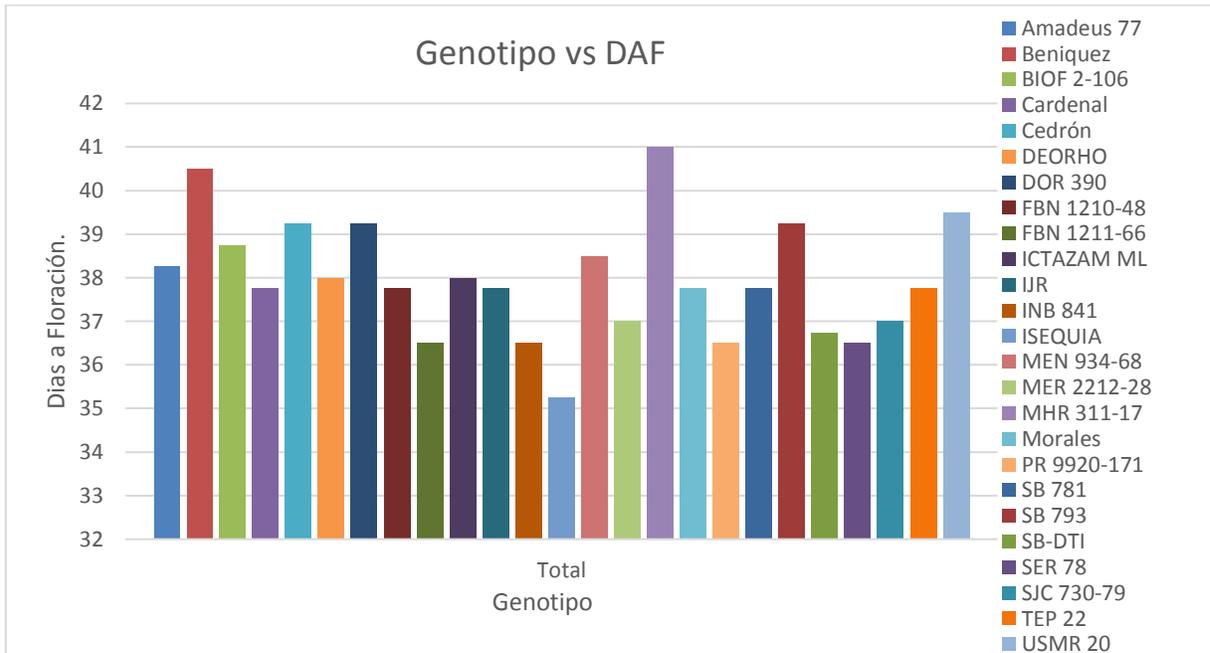
Error: 4.0600 Gl: 72

Tabla 15: Prueba de Duncan para la variable Días a Floración

Genotipo	Medias	N	E.E				
MHR 311-17	41.00	4	1.01	A			
Beniquez	40.50	4	1.01	A	B		
USMR 20	39.50	4	1.01	A	B	C	
DOR 390	39.25	4	1.01	A	B	C	
Cedrón	39.25	4	1.01	A	B	C	
SB 793	39.00	4	1.01	A	B	C	
BIOF 2-106	38.75	4	1.01	A	B	C	
MEN 934-68	38.50	4	1.01	A	B	C	D
Amadeus 77	38.25	4	1.01	A	B	C	D
ICTAZAM ML	38.00	4	1.01	A	B	C	D
DEORHO	38.00	4	1.01	A	B	C	D
Cardenal	37.75	4	1.01	A	B	C	D
TEP 22	37.75	4	1.01	A	B	C	D
Morales	37.50	4	1.01		B	C	D
SB 781	37.50	4	1.01		B	C	D
IJR	37.50	4	1.01		B	C	D
FBN 1210-48	37.50	4	1.01		B	C	D
SJC 730-79	37.00	4	1.01			C	D
MER 2212-28	37.00	4	1.01			C	D
SB-DTI	36.75	4	1.01			C	D
SER 78	36.50	4	1.01			C	D
FBN 1211-66	36.50	4	1.01			C	D
INB 841	36.50	4	1.01			C	D
PR 9920-171	36.50	4	1.01			C	D
ISEQUIA	35.25	4	1.01				D

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 3. Test de Duncan para la variable Días a floración



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.2. Día a Madurez Fisiológica

La variable Días a Madurez Fisiológica (DMF) nos indica el periodo en el cual el cultivo se encuentra listo para iniciar el proceso de cosecha, es decir ya ha alcanzado el punto óptimo en sabor, color, textura y todos los demás parámetros que los caracterizan, para ello el 50% de las plantas o más deben presentar madurez fisiológica. En esta etapa los cambios en el cultivo son notorios puesto que al llegar a la madurez fisiológica el follaje cambia de verde a amarillo, se presenta un cambio en la epidermis de las vainas en dependencia de la variedad puede ser de verde a rojo, morado o blanco, pérdida de humedad en el grano además de cambios en el color de la testa.

Al procesar los datos recopilados en campo bajo el modelo estadístico de análisis de varianza (ANOVA) se determinó que existe una diferencia significativa entre los genotipos en estudio en lo referente a la variable días a madurez fisiológica puesto que el p-valor determinado para el análisis (0.0013) es menor en comparación al valor de significancia establecido por Tukey ($\alpha= 0.05$), siguiendo el modelo

estadístico se tiene que al menos una de las variedades presento diferencia significativa en comparación al testigo por lo que se adopta la Hipótesis Alternativa y se rechaza la Hipótesis Nula (**Tabla 16**).

Con base, en la prueba de DUNCAN se determinó que el modelo estadístico clasifica los resultados obtenidos para la variable DAF (**Tabla 17**) en nueve categorías (E, DE, CDE, BCDE, ABCDE, ABCD, ABC, AB, A), según el margen de diferencia con mayor relevancia se tiene que en primer lugar se encuentra la variedad INTA sequia precoz con un margen de 35 días a floración, siendo particularmente en este caso el más precoz; seguido de las variedades PR 9920-171 e INB 841 con 36 días a floración (**Grafico 4**).

Tabla 16: Análisis de varianza para la variable Días a Madurez Fisiológica

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.51	0.32	2.63

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	222.76	27	8.25	2.74	0.0004
Genotipo	182.64	24	7.61	2.53	0.0013
Error	216.88	72	3.01		
Total	432.64	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.0122 Gl: 72

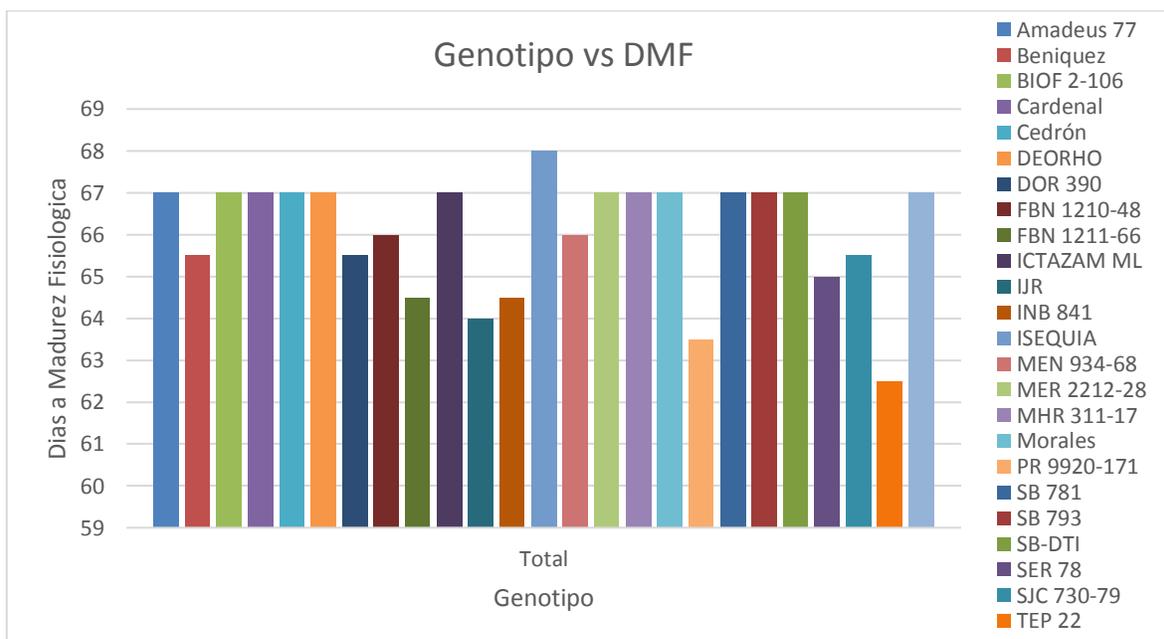
Tabla 17: Prueba de Duncan para la variable Días a Madurez Fisiológica

Genotipo	Medias	N	E.E			
ISEQUIA	68.00	4	0.87	A		
Morales	67.00	4	0.87	A	B	
MHR 311-17	67.00	4	0.87	A	B	C
MER 2212-28	67.00	4	0.87	A	B	C
Amadeus 77	67.00	4	0.87	A	B	C
USMR 20	67.00	4	0.87	A	B	C
SB-DTI	67.00	4	0.87	A	B	C
SB 793	67.00	4	0.87	A	B	C
SB 781	67.00	4	0.87	A	B	C

ICTAZAM ML	67.00	4	0.87	A	B	C		
DEORHO	67.00	4	0.87	A	B	C		
Cedrón	67.00	4	0.87	A	B	C		
Cardenal	67.00	4	0.87	A	B	C		
BIOF 2-106	67.00	4	0.87	A	B	C		
MEN 934-68	66.00	4	0.87	A	B	C	D	
FBN 1210-48	66.00	4	0.87	A	B	C	D	
SJC 730-79	65.50	4	0.87	A	B	C	D	
Beniquez	65.50	4	0.87	A	B	C	D	
DOR 390	65.50	4	0.87	A	B	C	D	
SER 78	65.00	4	0.87	A	B	C	D	E
FBN 1211-66	64.50	4	0.87		B	C	D	E
INB 841	64.50	4	0.87		B	C	D	E
IJR	64.00	4	0.87			C	D	E
PR 9920-171	63.50	4	0.87				D	E
TEP 22	62.50	4	0.87					E

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 4. Test de Duncan para la variable Días a Madurez Fisiológica



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.3. Variable vainas por planta

Según White (1985), El número de vainas por planta es un carácter de tipo discontinuo puesto que sus valores se pueden expresar en números enteros. La variable vainas por planta es un componente cuantitativo del rendimiento que difiere en las variedades; en muchas ocasiones un mayor número de vainas por planta puede provocar una reducción en la cantidad y peso del grano, efecto conocido como compensación; por tal razón el que una variedad presente una gran cantidad de vainas por planta no significa que es la que posea el mejor rendimiento.

Al establecer el análisis de varianza para la variable vainas por planta se demuestra que entre los genotipos existe una diferencia significativa, ya que el p-valor para el análisis de la variable es menor que el establecido como parámetro. Al presentar una diferencia significativa entre los genotipos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, puesto que al menos uno de los genotipos presento un comportamiento diferente.

Bajo el modelo estadístico Duncan se determinó que los resultados obtenidos se pueden clasificar en nueve categorías (A, B, BC, BCD, CD, D) de acuerdo al comportamiento de los genotipos; se tiene que el genotipo con mayor cantidad de vainas por planta fue la variedad TEP 22 con un total de 34 vainas obteniendo el primer lugar, seguido del genotipo BIOF 2-106 y SB 793; el genotipo con menor rendimiento en cuanto a la variedad vainas por planta fue la IJR con un promedio de 11 vainas por planta, todo ello en comparación al testigo, Tabla 26, (Grafico 5).

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable Vainas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.61	0.46	29.98

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	2780.28	27	102.97	4.18	<0.0001
Genotipo	2185.64	24	91.07	3.70	<0.0001
Error	1774.36	72	24.64		
Total	4554.64	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

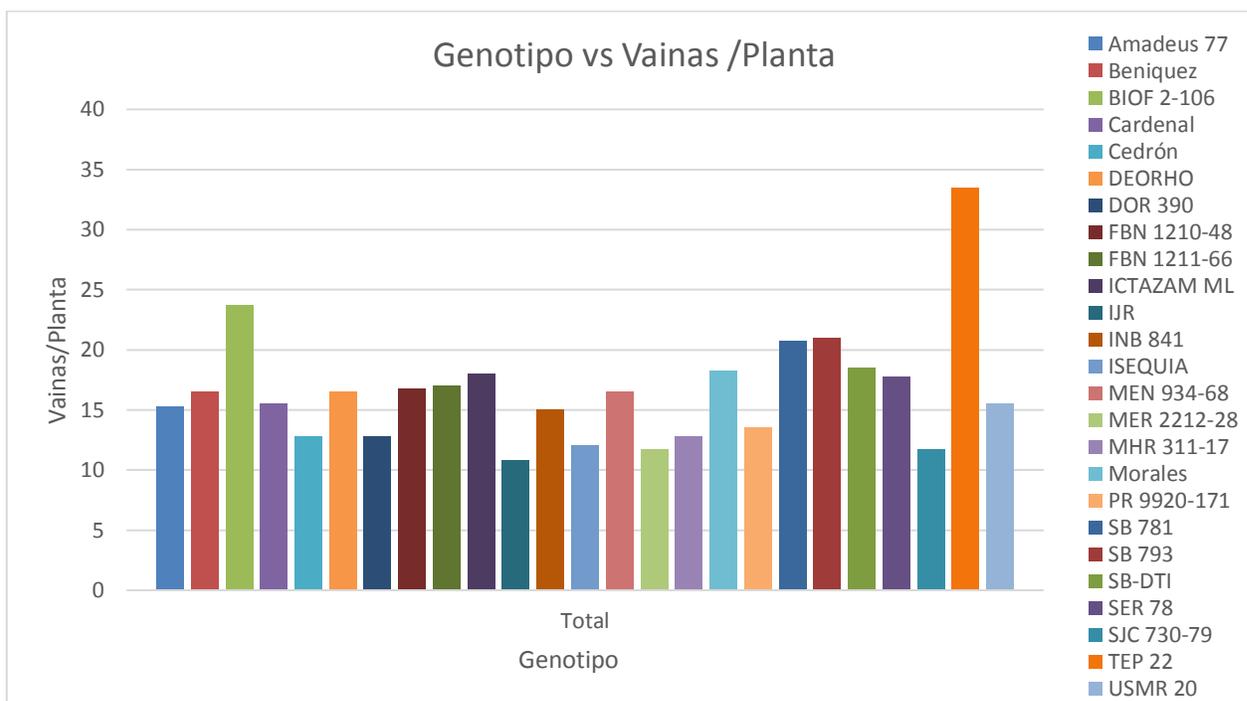
Error: 24.6439 gl: 72

Tabla 19. Prueba de Duncan para la variable Vainas por Planta

Genotipo	Medias	N	E.E				
TEP 22	33.50	4	2.48	A			
BIOF 2-106	23.75	4	2.48		B		
SB 793	21.00	4	2.48		B	C	
SB 781	20.75	4	2.48		B	C	
SB-DTI	18.50	4	2.48		B	C	D
Morales	18.25	4	2.48		B	C	D
ICTAZAM ML	18.00	4	2.48		B	C	D
SER 78	17.75	4	2.48		B	C	D
FBN 1211-66	17.00	4	2.48		B	C	D
FBN 1210-48	16.75	4	2.48		B	C	D
MEN 934-68	16.50	4	2.48		B	C	D
Beniquez	16.50	4	2.48		B	C	D
DEORHO	16.50	4	2.48		B	C	D
Cardenal	15.50	4	2.48		B	C	D
USMR 20	15.50	4	2.48		B	C	D
Amadeus 77	15.25	4	2.48			C	D
INB 841	15.00	4	2.48			C	D
PR 9920-171	13.50	4	2.48			C	D
MHR 311-17	12.75	4	2.48			C	D
Cedrón	12.75	4	2.48			C	D
DOR 390	12.75	4	2.48			C	D
ISEQUIA	12.00	4	2.48				D
SJC 730-79	11.75	4	2.48				D
MER 2212-28	11.75	4	2.48				D
IJR	10.75	4	2.48				D

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 5. Test de Duncan para la variable Vainas por Planta



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.4. Variable grano por vaina

El número de granos por vaina, es una característica genética propia de cada variedad que se altera poco con las condiciones ambientales; el número de granos por vainas es un factor que se asocia al rendimiento.

Al establecer el análisis de varianza para la variable granos por vainas se demuestra que entre los genotipos existe una diferencia significativa, ya que el p-valor para el análisis de la variable es menor que el establecido como parámetro. Al presentar una diferencia significativa entre los genotipos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, puesto que al menos uno de los genotipos presento un comportamiento diferente.

Al analizar el resultado de granos por vainas de los genotipos mediante el test DUNCAN, **Tabla 20**, se clasificaron los resultados obtenidos en 7 categorías (A, AB, BC, CD, DE, EF, F); al establecer comparación con el testigo se tiene que el

genotipo con más granos por vainas fue Cardenal, seguido del genotipo MER 2212-28, Amadeus 77 y SJC 730-79 con un promedio de 6.5 granos por vainas; así también el genotipo con menos granos por vainas fue IJR con un promedio de 4 granos por vainas, (**Grafico 6**).

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable Grano por Vaina

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.78	0.69	8.09

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	55.38	27	2.05	9.20	<0.0001
Genotipo	53.94	24	2.25	10.08	<0.0001
Error	16.06	72	0.22		
Total	71.44	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2231 gl: 72

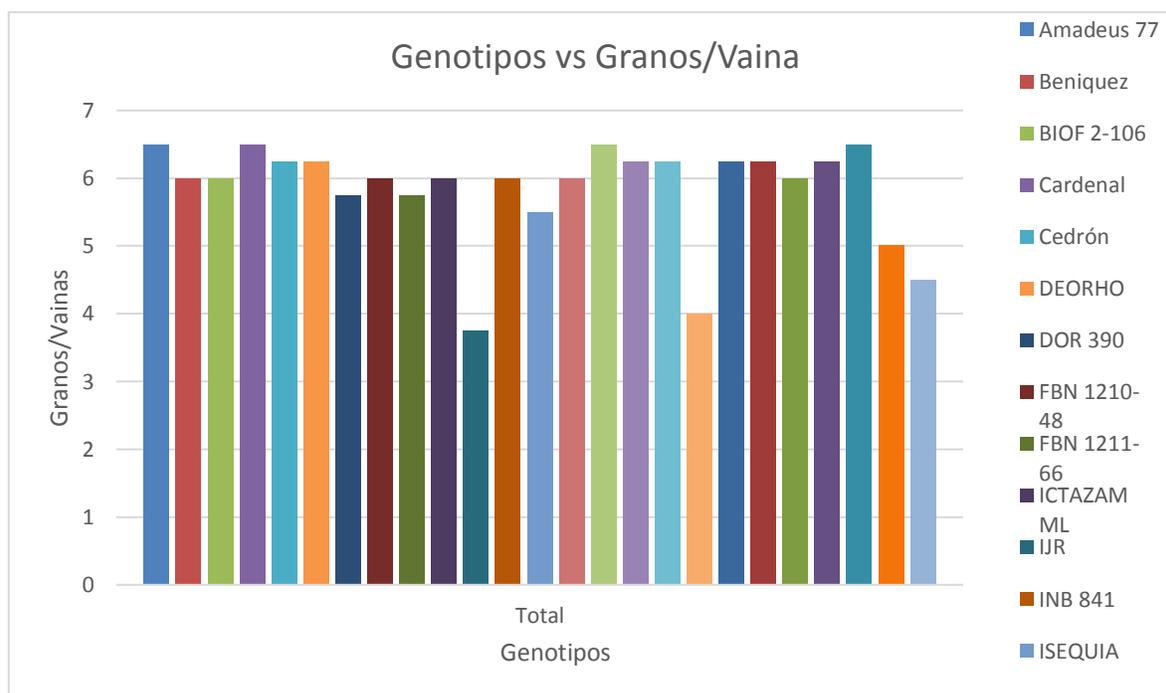
Tabla 21. Prueba de Duncan para la variable Grano por Vaina

Genotipo	Medias	N	E.E		
Cardenal	6.50	4	0.24	A	
MER 2212-28	6.50	4	0.24	A	
Amadeus 77	6.50	4	0.24	A	
SJC 730-79	6.50	4	0.24	A	
Morales	6.25	4	0.24	A	B
MHR 311-17	6.25	4	0.24	A	B
SER 78	6.25	4	0.24	A	B
SB 793	6.25	4	0.24	A	B
SB 781	6.25	4	0.24	A	B
Cedrón	6.25	4	0.24	A	B
DEORHO	6.25	4	0.24	A	B
MEN 934-68	6.00	4	0.24	A	B
SB-DTI	6.00	4	0.24	A	B
FBN 1210-48	6.00	4	0.24	A	B
BIOF 2-106	6.00	4	0.24	A	B
Beniquez	6.00	4	0.24	A	B
INB 841	6.00	4	0.24	A	B
ICTAZAM ML	6.00	4	0.24	A	B

DOR 390	5.75	4	0.24	A	B				
FBN 1211-66	5.75	4	0.24	A	B				
ISEQUIA	5.50	4	0.24		B	C			
TEP 22	5.00	4	0.24			C	D		
USMR 20	4.50	4	0.24				D	E	
PR 9920-171	4.00	4	0.24					E	F
IJR	3.75	4	0.24						F

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 6. Test de Duncan para la variable Granos por Vainas



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.5. Variable peso de 100 semillas

El peso de 100 granos está determinado por el tamaño del grano, es decir el largo, ancho, grueso y la densidad del mismo. Según Singh (1992) el peso del grano varía en 15-60 gr por cada 100 granos pesados de ahí que surja la clasificación del frijol en 3 categorías según su peso realizada por el CIAT (1982), pequeña, mediana y grande, definiendo el rango de 25 gr o inferior para semilla pequeña, entre 25 gr y 40 gr para semilla mediana y mayor a 40 gr para semilla grande.

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso de 100 semillas se concluye que los genotipos tuvieron diferencia significativa en cuanto al testigo, ya que el p-valor (<0.0001) es menor al valor del nivel de significancia de Duncan ($\alpha= 0.05$), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (HA) que al menos uno de los genotipos obtuvo diferente rendimiento en cuanto al peso de las 100 semillas y se rechaza la hipótesis nula (HO).

Al realizar la prueba de DUNCAN para la variable peso de 100 semillas, se determinaron 14 categorías, al hacer comparación con el testigo, la variable en primer lugar en lo que se refiere al peso de 100 semillas fue el genotipo USMR 20, con 38.74 gr, en segundo lugar, se encuentra la variedad PR 9920-171 y en tercer lugar la variedad IJR (**Tabla 23**).

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable Peso de 100 semillas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.93	0.91	7.35

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	3168.28	27	117.34	38.26	<0.0001
Genotipo	3145.81	24	131.08	42.74	<0.0001
Error	220.80	131.08	3.07		
Total	3389.08	3.07			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

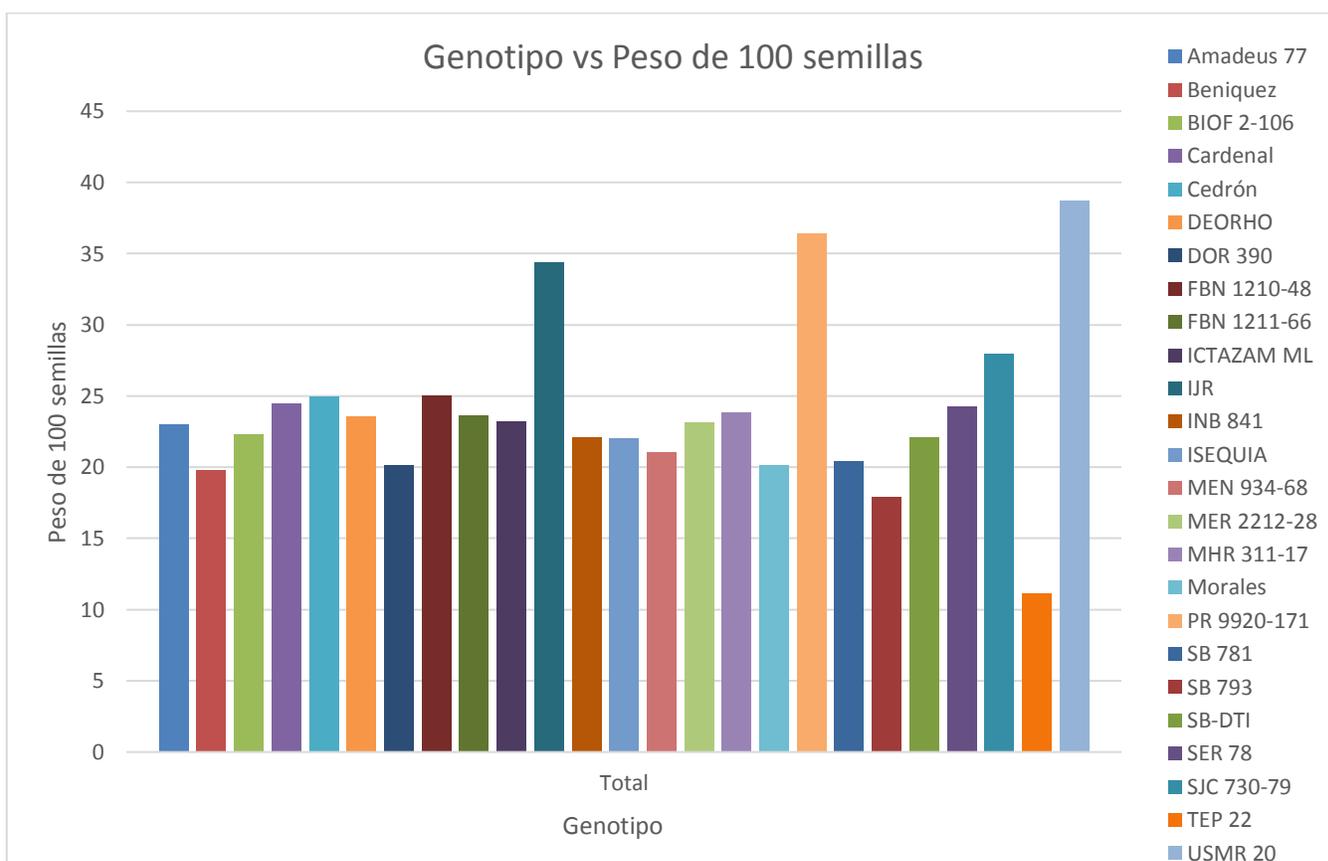
Error: 3.0667 gl: 72

Tabla 23. Prueba de Duncan para la variable Peso de 100 semillas

Genotipo	Medias	N	E.E															
USMR 20	38.74	4	0.88	A														
PR 9920-171	36.40	4	0.88	A		B												
IJR	34.42	4	0.88	B														
SJC 730-79	27.98	4	0.88	C														
FBN 1210-48	25.05	4	0.88	D														
Cedrón	24.99	4	0.88	D														
Cardenal	24.46	4	0.88	D		E												
SER 78	24.24	4	0.88	D		E												
MHR 311-17	23.88	4	0.88	D		E		F										
FBN 1211-66	23.63	4	0.88	D		E		F										
DEORHO	23.53	4	0.88	D		E		F										
ICTAZAM ML	23.26	4	0.88	D		E		F		G								
MER 2212-28	23.13	4	0.88	D		E		F		G								
Amadeus 77	22.98	4	0.88	D		E		F		G	H							
BIOF 2-106	22.28	4	0.88	D		E		F		G	H	I						
SB-DTI	22.13	4	0.88	D		E		F		G	H	I						
INB 841	22.09	4	0.88	D		E		F		G	H	I						
ISEQUIA	22.03	4	0.88					E		F		G	H	I				
MEN 934-68	21.10	4	0.88							F		G	H	I				
SB 781	20.43	4	0.88									G	H	I	J			
DOR 390	20.14	4	0.88											H	I	J		
Morales	20.12	4	0.88											H	I	J		
Beniquez	19.77	4	0.88													I	J	
SB 793	17.92	4	0.88															J
TEP 22	11.09	4	0.88															

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 7. Test de Duncan para la variable Peso de 100 semillas



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.6. Variable plantas conservadas

La variable plantas conservadas o plantas cosechadas está orientada a determinar la cantidad de plantas que lograron completar el proceso desde la emergencia hasta la etapa de madurez, está relacionada al manejo que se brinde al cultivo, las condiciones ambientales y la competencia entre individuos; todos estos factores hacen que la cantidad de plantas conservadas varíen en comparación a la cantidad de semilla que se sembró.

Algunos autores como White (1982) asocia la cantidad de plantas conservadas al rendimiento, sin embargo la cantidad de plantas conservadas no es un factor que por sí solo nos brinde un dato exacto de rendimiento puesto que hay componentes que no pueden considerarse independientes y que son vitales en la determinación

del rendimiento, tales componentes son la cantidad de granos por vainas, vainas por planta, la densidad del grano, tamaño y peso del mismo.

Al realizar el análisis de varianza para la variable plantas conservadas se determinó que existe una diferencia significativa en las medias al ser el valor de F, $F=1.39$, mayor al establecido por el análisis, $F=0.05$, sin embargo las diferencias de medias entre caga grupo representa una diferencia significativa lo que conlleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa puesto que al menos uno de los tratamiento presento una variación en análisis de dicha variable.

Mediante la prueba de Duncan los resultados de plantas conservadas se pueden clasificar en siete categorías, teniendo en cuenta que en comparación al testigo la variedad con mayores plantas conservadas fue ICTAZAM ML, seguida de la variedad MER 2212-28; **Tabla 25**.

Tabla 24. Análisis de varianza para la variable Plantas conservadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.35	0.11	30.76

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	14177133597.85	27	525079022.14	1.44	0.1106
Genotipo	12156556403.07	24	506523183.46	1.39	0.1422
Error	26178826976.87	72	363594819.12		
Total	40355960574.72	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 363594819.1233 gl: 72

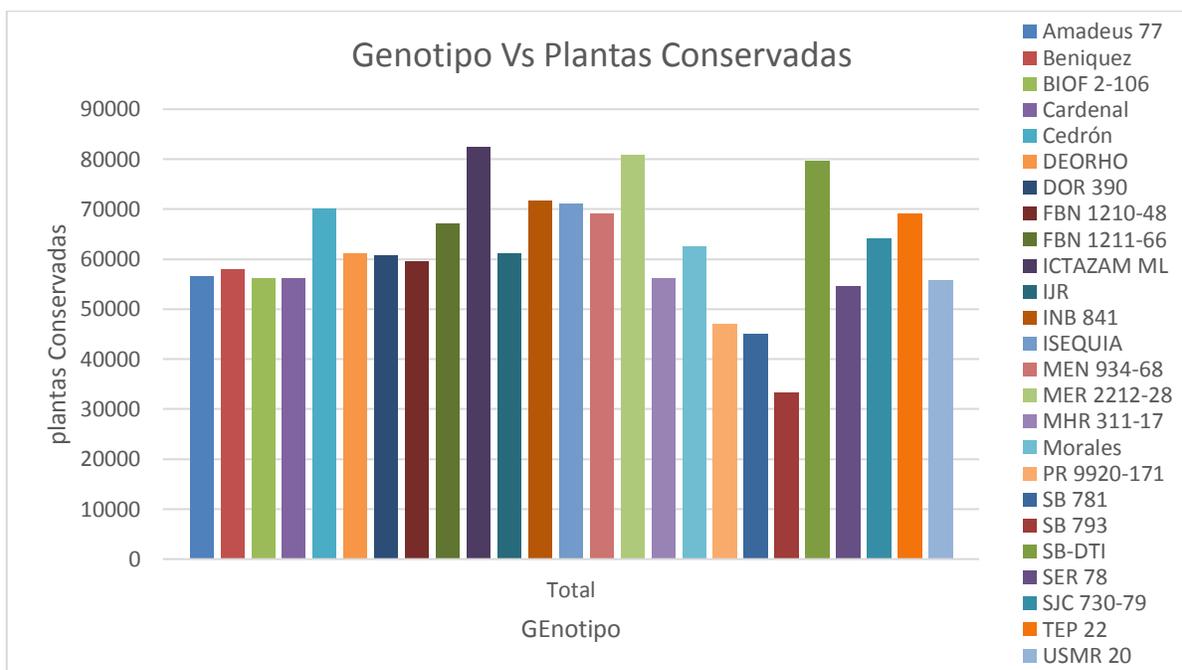
Tabla 25. Prueba de Duncan para la variable Plantas Conservadas

Genotipo	Medias	N	E.E		
ICTAZAM ML	82500.00	4	9534.08	A	
MER 2212-28	80833.50	4	9534.08	A	
SB-DTI	79583.25	4	9534.08	A	B

INB 841	71666.75	4	9534.08	A	B	C	
ISEQUIA	71225.00	4	9534.08	A	B	C	
Cedrón	70000.00	4	9534.08	A	B	C	
MEN 934-68	69166.75	4	9534.08	A	B	C	
TEP 22	69166.75	4	9534.08	A	B	C	
FBN 1211-66	67083.33	4	9534.08	A	B	C	
SJC 730-79	64166.67	4	9534.08	A	B	C	D
Morales	62500.00	4	9534.08	A	B	C	D
IJR	61250.25	4	9534.08	A	B	C	D
DEORHO	61250.00	4	9534.08	A	B	C	D
DOR 390	60833.33	4	9534.08	A	B	C	D
FBN 1210-48	59583.33	4	9534.08	A	B	C	D
Beniquez	57916.75	4	9534.08	A	B	C	D
Amadeus 77	56666.67	4	9534.08	A	B	C	D
Cardenal	56250.00	4	9534.08	A	B	C	D
MHR 311-17	56250.00	4	9534.08	A	B	C	D
BIOF 2-106	56249.75	4	9534.08	A	B	C	D
USMR 20	55833.33	4	9534.08	A	B	C	D
SER 78	54583.25	4	9534.08	A	B	C	D
PR 9920-171	47083.25	4	9534.08		B	C	D
SB 781	45000.00	4	9534.08			C	D
SB 793	33333.25	4	9534.08				D

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 8. Test de Duncan para la variable Plantas Conservadas



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

8.5.7. Análisis de varianza para la variable Rendimiento

El rendimiento es una variable muy importante, resulta de la combinación del genotipo, el medio ambiente y el manejo brindado. El rendimiento está ligado a la cantidad de plantas cosechadas y a la cantidad de vainas producidas por planta, los granos por vainas, el peso y tamaño de los granos, variables que no pueden tomarse independientes y que deben tomarse en cuenta en el análisis de la variable.

Al realizar el análisis de varianza para la variable rendimiento, los resultados, **Tabla 26**, nos muestran que las variaciones entre las medias de la variable son significativas ya que el valor R cuadrado nos indica que la variación entre las medias de los genotipos es significativa lo que implica rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, puesto que al menos uno de los genotipos presento diferencia significativa en comparación al testigo.

Con base en la prueba de Duncan, los resultados se pueden clasificar en tres categorías, de las cuales 19 de los genotipos presentaron mejor rendimiento en comparación al testigo, no obstante la variedad con mayor diferencia fue FBN 1211-66 con un promedio de 1305.41, seguido del genotipo ICTAZAM ML con promedio de 1089.59.

Tabla 26: Análisis de varianza para la variable Rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/Planta	100	0.35	0.11	30.58

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	Suma de Cuadrado (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrado Medio (CM)	F	p-valor
Modelo	4714702.96	27	174618.63	1.44	0.1136
Genotipo	3503490.95	24	145978.79	1.20	0.2705
Error	8748425.50	72	121505.91		
Total	13463128.46	99			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 121505.9097 gl: 72

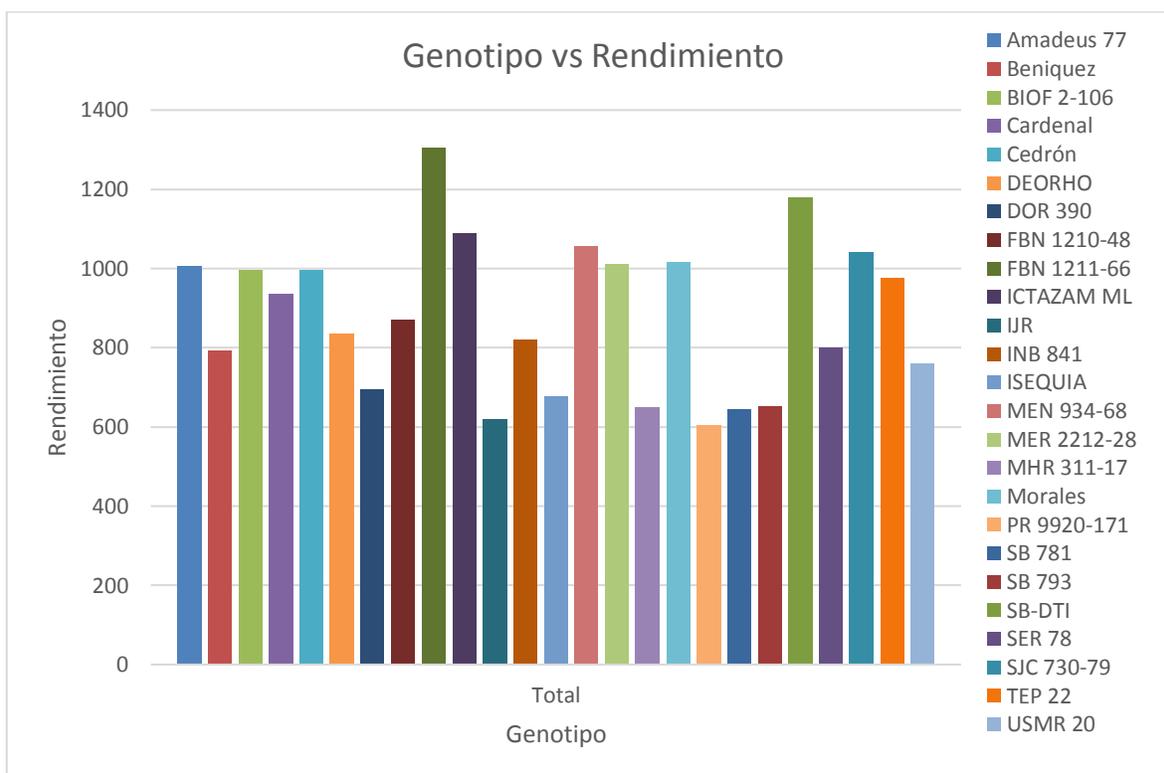
Tabla 27: Prueba de Duncan para la variable Rendimiento

Genotipo	Medias	N	E.E		
FBN 1211-66	1305.41	4	174.29	A	
SB-DTI	1178.58	4	174.29	A	B
ICTAZAM ML	1089.59	4	174.29	A	B
MEN 934-68	1054.86	4	174.29	A	B
SJC 730-79	1039.52	4	174.29	A	B
Morales	1016.22	4	174.29	A	B
MER 2212-28	1010.50	4	174.29	A	B
Amadeus 77	1006.03	4	174.29	A	B
Cedrón	995.38	4	174.29	A	B
BIOF 2-106	995.20	4	174.29	A	B
TEP 22	974.35	4	174.29	A	B
Cardenal	935.85	4	174.29	A	B
FBN 1210-48	870.51	4	174.29	A	B
DEORHO	835.87	4	174.29	A	B
INB 841	819.73	4	174.29	A	B
SER 78	800.29	4	174.29	A	B
Beniquez	791.03	4	174.29	A	B
USMR 20	760.40	4	174.29	A	B

DOR 390	695.05	4	174.29	B
ISEQUIA	677.07	4	174.29	B
SB 793	650.43	4	174.29	B
MHR 311-17	648.90	4	174.29	B
SB 781	643.40	4	174.29	B
IJR	618.25	4	174.29	B
PR 9920-171	605.22	4	174.29	B

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el software Infostat.

Grafico 9. Test de Duncan para la variable Rendimiento



Fuente. Elaboración propia con resultados del software ANOVA

IX. CONCLUSIONES

- ❖ En base a los análisis de suelo realizados; se determinó que la zona presenta condiciones edafológicas ideales para el cultivo de frijol, ya que se tiene presencia de un suelo de textura franca, con buena cantidad de materia orgánica, un pH neutro y aunque el contenido de fósforo es bajo, al presentar un pH neutro la disposición de nutrientes y asimilación de los mismos por el cultivo es alta, lo que propicia un buen desarrollo del cultivo de frijol.

- ❖ En lo referente a la adaptabilidad de los genotipos a las altas temperaturas se determinó que de las 24 variedades nuevas de frijol la variable que mejor se adaptó a las condiciones del municipio fue adaptarse fue la variedad FBN- 1211-62, siendo de tipo determinado con tallos y ramas erectas, lo que implica rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa

- ❖ Según los análisis realizados con el software Infostat la variedad que mejor rendimiento tuvo en comparación al testigo INTA SEQUIA PRECOZ fue la FBN 1211-66 con un promedio de 1305.41 kg/ha, 17 vainas por planta como promedio y un promedio 6 granos por vainas lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, ya que al menos uno de los genotipos presentó diferencias significativa en comparación al testigo.

X. RECOMENDACIONES

Basados en los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación se recomienda:

- ❖ Utilizar la variedad FBN 1211-66 a los productores de la zona de Tipitapa – Comarca Olominapa ya que es una variedad que presenta buenos rendimientos además de ser capaz de desarrollarse a las condiciones de la zona.

- ❖ Dar continuidad al proceso de investigación acerca de la variedad, es decir llegar a la etapa de validación realizando ensayos en diferentes zonas del país.

- ❖ Tomar en cuenta las sugerencias efectuadas por los técnicos que realizan visitas y monitoreo de los trabajos de investigación en las áreas cultivadas con frijol.

Bibliografía

ANOVA (2015). Análisis de la varianza con un factor. Recuperado de: http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap4-7.htm

ASOPROVERACRUZ (2015). Procesos cosecha de frijol. Recuperado de: <http://www.asoproveracruz.com/frijol/procesos-cosecha-de-frijol/Bibliografía>

CESAVEG (2015). Manual de plagas y enfermedades en frijol. Recuperado de: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_frijol_11.pdf

CGIAR (1985). Morfología de la planta de frijol. Recuperado de: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/morfologia-7eba331e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CGIAT (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf

CIAT (Noviembre 1987). Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma del Frijol. Recuperado de: https://books.google.com.ni/books?id=mpgIE_jDedMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true

CIAT (1992). Manejo agronómico del cultivo del Frijol. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.5.pdf

FAO (2006). Textura del suelo. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

FAO (2007). Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de Frijol voluble: <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1359s/a1359s03.pdf>

Cultivo del Frijol (2010). Blogspot. Recuperado de: <http://cultivosdefrijol.blogspot.com/p/frijol.html>

INFORURAL (Julio 2012). Siembra y cosecha de frijol. Recuperado de: <https://www.inforural.com.mx/frijol-siembra-y-cosecha/>

FUNICAE. Análisis de la cadena subsectorial del frijol. Recuperado de: <http://www.funica.org/ni/docs/Analisis-frijol.pdf>

Il Granos (Octubre de 2014). Postcosecha del Grano del Frijol. Recuperado de: <http://www.undp.org/content/dam/cuba/docs/Desarrollo%20humano/Palma-Agrocadenas/Poscosecha%20de%20granos-Folleto.pdf>

IICA (2008). Guía de manejo integrado de enfermedades del Frijol en América Central. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf>

IICA (Septiembre 2009). Guía técnica para el cultivo del Frijol. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

IICA (2010). Guía de identificación y manejo integrado de plagas del frijol en Centroamérica. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/58997774/IDENTIFICACION-Y-MANEJO-INTEGRADO-DE-PLAGAS-DEL-FRIJOL-guia-de-campo>

IICA (Octubre 2013). Estudio de cadenas de valor Maíz Blanco y frijol en Centroamérica. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/b3540e/b3540e.pdf>

INFOAGRO (2002). Conductividad eléctrica. Recuperado de: http://infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53

INFOAGRO (7 de Enero de 2019). El cultivo de la judía, Habichuela o frijol. Recuperado de: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_judia_habichuela_o_frijol_parte_i.asp

INFRORURAL (Julio de 2012). Frijol, Siembra y Cosecha. Recuperado de: <https://www.inforural.com.mx/frijol-siembra-y-cosecha/>

INFORURAL (2012). Variedades de Frijol. Recuperado de: <https://www.inforural.com.mx/frijol-variedades/>

INTA (Noviembre de 2009). Guía Tecnológica Cultivo del Frijol. Recuperado de: <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.pdf>

INTA (2013). Variedad de frijol INTA Sequia precoz: Brochure frijol INTA SEQUIA PRECOZ.

INTAGRI (2014). Disponibilidad de Nutrientes y el pH del Suelo. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrientes-y-el-ph-del-suelo>

Kike (2005). Conductividad eléctrica. Recuperado de: <https://html.rincondelvago.com/conductividad-electrica-del-suelo.html>

Paz Millas (1998). Relevancia de la Materia Orgánica del Suelo. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40198.pdf>

NITAPLAN (2009) Informe de Frijol en Nicaragua. Recuperado de: <http://www.nitlapan.org.ni/wp-content/uploads/2015/04/InfCadenaFrijol.pdf>

Nuevo Diario (Mayo de 2016). Más granos básicos en ciclo 2016-2017. Recuperado de: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/393338-mas-granos-basicos-ciclo-2016-2017/>

OCW UPM (s.f.). Estimación de la Densidad Aparente. Recuperado de: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-9/ESTIMACION-DE-LA-DENSIDAD-APARENTE.pdf>

Jaume Llopis Pérez (Enero de 2013). Test de Duncan. Recuperado de: <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2013/01/28/test-de-duncan/>

INFOAGRO (2009). El Cultivo de la Judía, Habichuela o Frijol. Recuperado de: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_judia_habichuela_o_frijol_parte_i.asp

S. P. Singh (1992). Common Bean Improvement in the Tropics

USAID (Mayo de 2013). Manual de Producción de Frijol. Recuperado de:
www.sag.gob.hn/dmsdocument/2956

Zamorano (Agosto de 2003). El Cultivo del Frijol Común en América Tropical.
Recuperado de:
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba%2009.pdf>

ANEXOS

ANEXO I: PREPARACIÓN DE SUELO



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO II: DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA PARCELA

Medición de las parcelas



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO III: MANEJO AGRONÓMICO

Siembra de la semilla



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO IV: COMPONENTES FENOLÓGICOS

Emergencia de las plántulas



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Etapa de floración y formación de vainas



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Madurez Fisiológica



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO V: COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Cosecha del grano



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Conteo de vainas y aporreo



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO VII: ANÁLISIS DE LABORATORIO

Determinación de la densidad aparente



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Preparación de muestras



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Determinación de densidad real



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

Determinación de textura: Bouyoucos



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

PH y Conductividad Eléctrica



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO VIII: DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Humedad de grano, Peso de 100 semillas y rendimiento



Fuente: Elaboración propia (Alicia Delgado, Jorge Oporta, Roger Vásquez)

ANEXO IX: TABLAS

Tabla No. 1. Resultado de Cropwat

Precipitación mensual - C:\Users\Shorti_Y_El_muñeco\Desktop\Precipitación efectiv...

Estación Método Prec. Ef

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	3.5	3.5
Febrero	2.4	2.4
Marzo	3.3	3.2
Abril	15.4	15.0
Mayo	144.3	111.0
Junio	188.5	131.6
Julio	135.2	105.9
Agosto	144.8	111.3
Septiembre	211.3	139.9
Octubre	216.4	141.5
Noviembre	52.7	48.3
Diciembre	8.6	8.5
Total	1126.3	822.0

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\Users\Shorti_Y_El_muñeco\Desktop\etp.PEM

País Estación

Altitud m. Latitud °N Longitud °E

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	26.1	32.1	69	6.4	8.5	19.4	6.17
Febrero	26.9	33.1	65	6.5	8.3	20.6	7.02
Marzo	28.1	34.3	63	6.5	9.6	23.8	7.98
Abril	29.1	35.2	63	6.1	9.4	24.0	8.16
Mayo	28.7	34.3	71	5.4	7.4	20.7	6.55
Junio	27.1	32.2	80	5.0	5.7	17.8	4.88
Julio	26.8	31.8	80	5.5	6.0	18.3	4.93
Agosto	26.9	32.3	80	5.3	6.8	19.8	5.17
Septiembre	26.6	32.0	82	4.7	6.3	18.7	4.71
Octubre	26.4	31.6	82	4.1	6.7	18.4	4.48
Noviembre	26.2	31.6	79	4.6	7.3	17.9	4.65
Diciembre	26.0	31.7	73	5.6	8.0	18.1	5.35
Promedio	27.1	32.7	74	5.5	7.5	19.8	5.84

Fuente. Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Rango de Clasificación Aproximada de Nutrientes en Suelos
de Nicaragua (Quintana et al., 1983)

pH	Clasificación
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 - 5.2	Muy fuertemente ácido
5.2 - 5.6	Fuertemente ácido
5.6 - 6.2	Medianamente ácido
6.2 - 6.6	Ligeramente ácido
6.6 - 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 - 7.2	Neutro
7.2 - 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 - 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 - 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

Capacidad de Intercambio Catiónico.

<5	meq/100 g suelo	Muy baja
5 - 15	meq/100 g suelo	Baja
15 - 25	meq/100 g suelo	Media
25 - 40	meq/100 g suelo	Alta
>40	meq/100 g suelo	Muy alta

Rango de contenidos de macronutrientes.

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	%	< 0.07	0.07 - 0.15	>0.15
Fósforo (P)	ppm	< 10	10 - 20	>20
Potasio (K)	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	>0.3
Calcio (Ca)	meq/100 g	< 2.5	2.5 - 5.5	>5.5
Magnesio (Mg)	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 1.0	>1.0
Mat. Orgánica (MO)	%	< 2	2 - 4	>4

Rangos de contenidos de micronutrientes (extracción Olsen)

Nutriente	Unidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Hierro (Fe)	ppm	5 - 10	10 - 16	16 - 21	21-2
Zinc (Zn)	ppm	1 - 2	2.1 - 3.1	3.1 - 4.2	4.2 - 5.3
Cobre (Cu)	ppm	0.2 - 0.8	0.8 - 1.5	1.5 - 2.2	2.2 - 3.0
Manganeso (Mn)	ppm	2-4	4-6	6-8	8 -12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
LABORATORIO DE EDAFOLOGIA



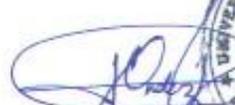
Fecha: 23/04/2019

Atención a estudiante: Jorge David Oporta López
Correo: george07oport@yaho.com

En las muestras entregadas al laboratorio se encontraron los siguientes valores determinados según sus parámetros para las muestras de suelo perfil 1, perfil 2 con los siguientes valores:

Resultados De Análisis				
Ítem	Descripción	MUESTRA	U/M	MEDIDA
1	Densidad Real	Perfil 1	mg/cm ³	2.47
		Perfil 2		2.35
3	Densidad Aparente	Perfil 1	mg/cm ³	0.99
4	Porosidad	Perfil 2	%	59.48
4	% de humedad	Perfil 1	%	8.25
5	Ph	Perfil 1	Ph	7.8

Textura (Bouyouco)				
MUESTRAS	ARCILLA	ARENA	LIMO	TOTAL
Perfil 1	26.84	31.56	41.6	100


MSC. Ing. José Méndez Obada
Jefe Dpto. Ingeniería agrícola


Ing. Zadis Vanegas Bustos
Responsable LAB. Edafología





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION hace constar que:

DELGADO MENOCA ALICIA ISABEL

Carne: 2013-61138 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERIA AGRÍCOLA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y seis días del mes de julio del año dos mil diecinueve.

Atentamente,

Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION hace constar que:

OPORTA LÓPEZ JORGE DAVID

Carne: 2013-62324 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERIA AGRÍCOLA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y seis días del mes de julio del año dos mil diecinueve.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraim Chamorro Blandón
Secretario de Facultad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION hace constar que:

VASQUEZ VALLECILLO ROGER ALFONSO

Carne: 2013-61713 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERIA AGRÍCOLA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y nueve días del mes de julio del año dos mil diecinueve.

Atentamente,

Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
 SECRETARIA DE FACULTAD

HOJA DE MATRICULA
 AÑO ACADEMICO 2019

No. Recibo **83408**

No. Inscripción **165**

NOMBRES Y APELLIDOS: Alicia Isabel Delgado Menocal

CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

CARNET: 2013-61138

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE
2019

FECHA: 29/04/2019

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1 ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

AJIMENEZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
 FUNCIONARIO



FIRMA DEL
 ESTUDIANTE

cc: ORIGINAL: ESTUDIANTE - COPIA: EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 06-ago-2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
 SECRETARIA DE FACULTAD

HOJA DE MATRICULA
 AÑO ACADEMICO 2019

No. Recibo **19215408**

No. Inscripción **159**

NOMBRES Y APELLIDOS: Jorge David Oporta López

CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

CARNET: 2013-62324

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE
2019

FECHA: 29/04/2019

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

ISOZA

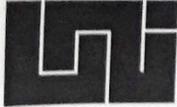
GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
 FUNCIONARIO

FIRMA DEL
 ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 06-ago-2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
SECRETARIA DE FACULTAD**

**HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2019**

No. Recibo **83393** No. Inscripción **160**

NOMBRES Y APELLIDOS: Roger Alfonso Vasquez Vallecillo
 CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA CARNET: 2013-61713 TURNO: Diurno
 PLAN DE ESTUDIO: 2015 SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE FECHA: 29/04/2019
2019

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

ISOZA

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO



FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 06-ago-2019