

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Efecto de diferentes grados de defoliación simulados sobre los componentes de rendimiento y desarrollo en *Phaseolus vulgaris* L. cv. Cerinza, bajo condiciones protegidas, en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander.

Lina Marcela Borja Hinestroza -1094280281

Maira Alejandra Botia Rincón

- 1093925340

Programa de Ingeniería Agronómica
Marzo 2023

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Efecto de diferentes grados de defoliación simulados sobre los componentes de rendimiento y desarrollo en *Phaseolus vulgaris* L. cv. Cerinza, bajo condiciones protegidas, en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander.

Trabajo de grado bajo la modalidad investigación presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

Lina Marcela Borja Hinestroza -1094280281

Maira Alejandra Botia Rincón - 1093925340

Director Humberto Giraldo Vanegas I. A., Dr.

Programa de Ingeniería Agronómica
Marzo 2023

Agradecimientos

Principalmente darle gracias a Dios por permitirnos finalizar esta etapa Universitaria, a nuestros padres José Apolo Borja Córdoba, Danny Marcela Sinestros Mosquera y Luis Alfonso Botia Rolon, Carmen Cecilia Rincón Niño, por su amor, consejos sabios, motivación, y comprensión en este proceso.

Agradeciendo profundamente a mi tutor Humberto Giraldo Vanegas por su, paciencia, entrega, amabilidad, y palabras de aliento en el momento justo, porque sin ustedes no hubiéramos podido finalizar esta etapa tan anhelada.

Gratitud a Elián Rincón Romero y demás compañeros que de una u otra manera aportaron un granito de arena para que esta investigación llegara a su fin.

Total, agradecimiento con la universidad de Pamplona Norte de Santander por darnos la oportunidad de realizar nuestra investigación en una de sus instalaciones, por los conocimientos, sabiduría, y aportes brindados por cada docente en el lapso de nuestra formación universitaria.

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo principalmente se lo dedicamos a Dios, por ser la guía presente en este proyecto dándonos la fuerza, el conocimiento, y valentía para poder culminar mi meta sin desfallecer.

Seguidamente a las persona más valiente, inteligente, luchadora, y fuerte demostrando sus cualidades en el desarrollo de esta investigación, “a mí misma”.

Felizmente a nuestros padres José Apolo Borja Córdoba, Danny Marcela Hinestroza Mosquera y Luis Alfonso Botia Rolon, Carmen Cecilia Rincón Niño, por su sacrificio, esfuerzo, moral para no temer a las dificultades de la vida, por ser nuestros pilares y por la confianza depositada.

A mi madrina Doris Elena Mosquera Sinisterra y hermanos Jhon Edinson Borja Hinestroza, María José Borja Hinestroza por sus oraciones, apoyo incondicional, palabras de aliento para dar continuidad con la investigación.

También a mi compañera de tesis Maira Alejandra Botia Por compartir y hacer realidad esta bonita etapa de nuestras vidas.

Finalmente dedicárselo a mi tutor y docente Humberto Giraldo que sin sus conocimientos, asistencia y paciencia no hubiese sido posible la finalidad de este proyecto.

Tabla de Contenido

Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
1. Problema	14
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Justificación	15
2. Delimitación	16
3. Objetivos	17
3.1. Objetivo General	17
3.2. Objetivos específicos	17
4. Marco teórico.....	18
4.1. Antecedentes	20
4.1.1. Antecedentes internacionales	20
4.1.2. Antecedentes Nacionales.....	21
4.2. Marco contextual.....	23
4.3. Bases conceptuales.....	24
4.3.1 Cultivo de Frijol	24
4.3.1.1 Particularidades agronómicas de frijoles arbustivos	24
4.3.1.2 Categoría	24
4.3.2 Suelo	25
4.3.3 Semilla	25
4.3.4 Prueba de germinación	25
4.3.5 Estadios de desarrollo fenológico escala BBCH	25
4.3.6 Plagas.....	26
4.3.7 Insectos Foliare.....	26
4.3.8 Insectos chupadores	26
4.3.9 Enfermedades Foliare y radicales	27
4.4 Marco Legal.....	30
4.4.1 ACUERDO 186 DEL 02 DE DICIEMBRE DE 2005.....	30
4.4.2 Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado.....	30
4.4.3 ARTÍCULO 36.	31

4.4.4 Ley 811 de 2003	31
4.4.5 Resolución 3168 del ICA de 2015.....	31
4.4.6 Resolución 000464 de 2017	31
4.4.7 Resolución 003593 de 2015	31
5. Metodología	32
5.1 Tipo de investigación.....	32
5.2 Diseño metodológico y/o Experimental	32
<i>Hipótesis</i>	32
<i>Sistema de Variables</i>	32
5.2.1 Componentes de rendimiento secundarios.....	39
5.2.2 Componentes de rendimiento Primarios.....	41
5.2.3 Variables para calcular índice de crecimiento.....	42
5.3 Análisis estadístico.....	42
6. Resultados y Discusión.....	44
6.1. Primer objetivo.....	44
6.2. Segundo objetivo	46
Área foliar	49
7. Conclusiones	55
8. Recomendaciones	56
9. Bibliografía	57
10. Anexos	61

Lista de Tablas

Tabla 1. Indicadores de producción a nivel nacional por departamento.	18
Tabla 2. Indicadores de producción en el Departamento Norte de Santander.	19
Tabla 3. Características de varios tipos de frijol arbustivo.....	24
Tabla 4.Taxonomía del frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	24
Tabla 5. Anova de las variables altura y diámetro de plantas de frijol <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	44
Tabla 6.Promedio de altura (cm) de plantas de <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.....	45
Tabla 7.Anova de la variable número de ramas de plantas de frijol <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	45
Tabla 8.Promedios originales y transformados de número de ramas de plantas de <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	46
Tabla 9.Anova de las variables número de flores y número de vainas por planta de frijol <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina. ...	46
Tabla 10.Prueba de medias de Duncan para los promedios transformados de flores de plantas de <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.....	47
Tabla 11.Prueba de medidas de Duncan para los promedios transformados de vainas de plantas de <i>P. Vulgaris</i> cv .Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos,en la Granja Villa Marina.....	48
Tabla 12.Anova de la variable área foliar por planta de frijol <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	49
Tabla 13.Prueba de medias de Duncan para los promedios de área foliar de plantas de <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina. ...	50
Tabla 14.Anova de las variables peso fresco y peso seco de vainas de plantas de frijol <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina. ...	51
Tabla 15.Promedios de peso fresco (g) de las vainas de <i>P. vulgaris</i> cv.Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	52
Tabla 16.Promedios de peso seco (g) de las vainas de <i>P. vulgaris</i> cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	52

Listas de Figuras

Figura 1.Ubicación Municipio de Pamplonita-Vereda Matajira.	23
Figura 2.Ciclo Antracnosis en diferentes cultivos.....	28
Figura 3.Ciclo Patológico de Rhizoctonia en algunos cultivos.	29
Figura 4.a). Mezcla de sustrato, b). Cerniendo el sustrato, c). Resultado final del sustrato.	33
Figura 5.a). Llenado de bolsas, 5b). Tratamientos	34
Figura 6. Proceso Hipotónico del frijol	34
Figura 7. Semillas sobre y cubiertas con servilleta de papel.	34
Figura 8. Siembra de la semillas de Frijol.	35
Figura 9. Aplicación de fertilizante foliar Bayfolan®.....	36
Figura 10. Aplicación de BABOXA.....	36
Figura 11. Aplicación de insecticida Clorpiricol ^{4EC}	37
Figura 12. Defoliación tratamiento 33%.	38
Figura 13. Defoliación tratamiento 66%.	38
Figura 14. Defoliación tratamiento 100%.	39
Figura 15. Diámetro de tallos.	40
Figura 16. Conteo de vainas.	41
Figura 17. Conteo de Flores.	42
Figura 18.Representación gráfica de los promedios transformados de flores de plantas de P. vulgaris cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina	48
Figura 19. Representación gráfica de los promedios transformados de vainas de plantas de P. vulgaris cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	49
Figura 20.Representación gráfica de los promedios transformados de área foliar de plantas de P. vulgaris cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.....	51
Figura 21.Representación gráfica de los promedios de peso fresco de vainas de plantas de P. vulgaris cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	53
Ilustración 22.Representación gráfica de los promedios de peso seco de vainas de plantas de P. vulgaris cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.	53

Lista de Anexos

Anexo 1.Formato para toma de datos de datos de componentes primarios y secundarios...	61
Anexo 2.Formato de Toma de datos de Peso por Vainas.	62
Anexo 3.Análisis de Varianza de las variables evaluadas.	63
Anexo 4.Prueba de Duncan para altura de plantas.	64
Anexo 5.Prueba de Duncan para diámetro de tallos de plantas.....	64
Anexo 6.Prueba de Duncan para número de ramas de plantas.....	65
Anexo 7.Prueba de Duncan para número de Flores de plantas.	65
Anexo 8.Prueba de Duncan para número de vainas de plantas.	66
Anexo 9.Prueba de Duncan para área foliar de plantas.....	66
Anexo 10.Prueba de Duncan para peso fresco de vainas de plantas.	67
Anexo 11.Prueba de Duncan para peso seco de vainas de plantas.....	67

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de defoliaciones artificiales en frijol cv. Cerinza, sobre los componentes de rendimiento primarios, secundarios, área foliar, peso fresco y seco de vainas, en la Granja Villa Marina de la Universidad de Pamplona a 1.100msnm. Se realizaron siete tratamientos correspondientes a defoliaciones de 33%, 66% y 100% en los estadios fenológicos 23 y 65 y un testigo sin defoliación, los cuales fueron evaluados hasta el estadio fenológico 71 que corresponde al 10% formación de vainas, el cual alcanza la longitud típica. Ninguno de los componentes de rendimiento secundario como altura, diámetro y número de ramas fueron afectados significativamente por los tratamientos. Los parámetros tomados fueron afectados significativamente ($p \leq 0,05$) por los tratamientos, donde el testigo produjo 2,58 flores y los demás tratamientos con 1,00 a 1,14 flores; el número de vainas fue igual en el testigo con 3,05 y las defoliaciones 33% con 2,94 y 66% con 2,89 vainas por planta, en el primer corte en la etapa fenológica (crecimiento), pero diferentemente significativo con el resto de los tratamientos, siendo el tratamiento de 100% de defoliación del segundo corte el más afectado con 2,28 vainas. El área foliar fue igual para el testigo 190,81 y la defoliación 33% con 180,87 en el primer corte, pero diferente significativamente de los demás tratamientos siendo igualmente el tratamiento 100% de defoliación en el segundo corte el más afectado con 68,59 centímetros cuadrados. Hasta la etapa fenológica en que ocurrió la cosecha de las vainas, estas no fueron diferentes al testigo en cuanto a su peso fresco y peso seco.

Palabras clave: defoliación artificial, componentes de rendimiento primarios, componentes de rendimiento secundarios, frijol.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the effect of artificial defoliation in beans cv. Cerinza, on the components of primary and secondary yield, leaf area, fresh and dry weight of pods, at the Villa Marina Farm of the University of Pamplona at 1,100 msnm. Seven treatments corresponding to defoliations of 33%, 66% and 100% at phenological stages 23 and 65 and a control without defoliation were carried out, which were evaluated until phenological stage 71, corresponding to 10% pod formation, which reaches the typical length. None of the secondary yield components such as height, diameter and number of branches were significantly affected by the treatments. The primary yield components were significantly affected ($p \leq 0.05$) by the treatments, where the control produced 2.58 flowers and the other treatments with 1.00 to 1.14 flowers; the number of pods was equal in the control with 3.05 and defoliations 33% with 2.94 and 66% with 2.89 pods per plant, in the first cut in the phenological stage (growth), but differentially significant with the rest of the treatments, being the treatment of 100% defoliation in the second cut the most affected with 2.28 pods. Leaf area was the same for the control 190.81 and defoliation 33% with 180.87 in the first cut, but significantly different from the other treatments, with the 100% defoliation treatment in the second cut being the most affected with 2.28 pods. Leaf area was the same for the control 190.81 and defoliation 33% with 180.87 in the first cut, but significantly different from the other treatments, with the 100% defoliation treatment in the second cut being the most affected with 68.59 square centimeters. Up to the phenological stage when pods were harvested, they were not different from the control in terms of fresh weight and dry weight.

Key words: artificial defoliation, primary yield components, secondary yield components, beans.

Introducción

Originario de América, el frijol es una de las leguminosas más importantes del mundo. Con el pasar de los años ha habido muchas investigaciones en frijol en el país, como muestra de esto, están los trabajos e investigaciones enfocadas en enfermedades y realizadas por, Aceros y Pineda (1997), Valderrama (1997), Quevedo (1998) en evaluación fisiológica, Vargas (1993) en densidades, Rojas (1995) en sequía, Gallego (2005) y Melo (2005) en calidad del grano, López (2005) en características bioquímicas, Ligarreto (2001) en características moleculares y Cerón (1996) en caracterización morfoagronómica; dentro de estas últimas se encuentran el rendimiento y sus componentes (Criollo & López, 2015).

El daño de las plagas del frijol se puede describir desde la siembra hasta la postcosecha y, debido a la diversidad de especies, tanto las etapas vegetativas como reproductivas de la planta son susceptibles. Esto se debe a que el rendimiento está directamente relacionado con el proceso ocasionado en las plantas, el cual depende del índice de área foliar. Como resultado, las hojas de las plantas caduca pueden experimentar un rendimiento reducido, principalmente debido a la desvalorización en el número de frutos, y el peso del producto (Pratissoli et al., 2001).

Teniendo en cuenta el efecto de los insectos en la defoliación, causan la reducción en los rendimientos de las hojas siendo ocasionado principalmente por escarabajos crisomélidos *Diabrotica speciosa* (Germar), *Cerotoma* sp., y el tenebrionide *Lagria villosa* (Fabricius), y por los lepidópteros *Hedylepta indicata* (Fabricius) (oruga enrolladora de hojas), *Pseudoplusia includens* (Walker) (oruga falsa medidora) y *Urbanus proteus* (oruga cabeza de fósforo) (Núñez & Rosa, 2012).

A nivel mundial el país con mayor rendimiento de frijol es la India con 6,4 Tn/ha, seguido de Myanmar o también llamada Birmania, el cual se encuentra ubicado en el sudeste asiático con un rendimiento de 5,5 toneladas por hectárea y seguido de Brasil, siendo el país latinoamericano con mayor rendimiento de frijol hasta el 2017 con 3 toneladas por hectárea. En cuanto a Colombia, se produce muy poco frijol, puesto que hasta el 2017 se produjeron solo 0,1 millones de toneladas por hectárea. En el año 2014 hubo un incremento en el mundo con una producción de 4,6 millones de toneladas, obteniendo como producción final un total

de 31,4 millones de toneladas a finales del 2017 (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2019).

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto causado por diferentes niveles de defoliación inducida sobre los componentes de rendimiento y desarrollo las plantas de frijol de crecimiento arbustivo tipo1 ocurridas en los estadios fenológicos 23 y 65 (BBCH), en el municipio de Pamplonita.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

La presente investigación surge de la necesidad de brindarle y darle a conocer información al agricultor sobre cuánto puede tolerar una planta de frijol variedad *Phaseolus vulgaris* L. cv. Cerinza, mediante la pérdida de hojas o defoliación sin afectar el rendimiento y siendo una alternativa en el agronómico.

Uno de los principales problemas en frijol es la pérdida del área foliar por ataque de plagas (*Epilachna varivestis* Mulsant, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *Bemisia tabaci* Gennadius) y enfermedades Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*), en cultivo durante la fase vegetativa y reproductiva.

La anterior razón conlleva a que este estudio se enfoque directamente para evaluar los diferentes grados de defoliación artificial en el frijol arbustivo tipo I en dos estadios fenológicos (23-65) evaluando el área foliar, los componentes de rendimiento primarios y secundarios bajo condiciones de la cobertura del ambiente (invernadero) presentes en la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona ubicado en Pamplonita, Norte de Santander.

1.2 Justificación

En el cultivo de frijol se presenta un grupo de plagas defoliadoras que ocasionan daños graves lo que conlleva a reducciones significativas en la productividad. Ante este escenario los productores de frijol hacen uso de agroquímicos sin tener conocimiento cierto del estadio de desarrollo y que niveles de defoliación puede causarles pérdidas económicas, además del incremento de los costos de producción, contaminación ambiental y de los alimentos, intoxicaciones directas e indirectas.

El presente estudio de investigación tecno-científica tuvo como propósito evaluar los diferentes grados de defoliación midiendo los índices de crecimiento a partir del área de la hoja, evaluando diferentes grados de defoliación inducida sobre los componentes de rendimientos primarios (número de flores y número de vainas por planta) y secundarios (altura de las plantas, diámetro de tallos y número de ramas, y los rendimientos agronómicos, la cual se realizó en condiciones protegidas para conocer su efecto en cuanto a desarrollo y tiempo de producción, las consecuencias que estas reflejan al ser defoliadas en su proceso de desarrollo.

2. Delimitación

Esta investigación se realizó en la Granja Experimental Villa Marina ubicada en la vereda Matajira Municipio de Pamplonita, situada en el kilómetro 49 en la vía Pamplona-Cúcuta. (Universidad de Pamplona, 2011). Esta granja es de uso académico, ya que estudiantes de la facultad de Ciencias Agrarias y otras carreras realizan las actividades de asignaturas práctica y teórico-prácticas de la Universidad de Pamplona y por otro lado es turística.

La Granja Experimental Villa Marina se encuentra en una zona de vida de bosque, la cual tienen sembradas café y algunos árboles de naranja entre otras diversidades de fauna y flora, esta zona se encuentra rodeada de arroyos y cascadas de las cuales los agricultores que viven y trabajan en la zona se benefician, así mismo se les ofrece servicios de extensión en el área y asesoría para la producción mediante la atención Veterinaria a los animales de sus producciones, atención en Sanidad animal y reproducción, charlas, días de campo y giras educativas, son algunas de las cosas en las que se benefician la comunidad que vive en los alrededores de la Granja Experimental Villa Marina. Adicionalmente hay una parte de esta granja dedicada a los servicios de recreación y deportes proporcionando espacios para la integración. La Granja Experimental Villa Marina aparte de ser la sede social de la Universidad de Pamplona, también es el epicentro del ecoturismo en Norte de Santander.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Evaluar diferentes grados de defoliación sobre los determinantes fisiológicos de rendimiento agronómico, componentes de rendimiento primario y secundario, el crecimiento y el desarrollo en *Phaseolus vulgaris* L. cv. Cerinza, en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la defoliación manual sobre los **componentes de rendimiento primarios y secundarios** ocurridas en dos estadios fenológicos (23 y 65) del cultivo.
- Evaluar los cambios ocurridos sobre el **determinante fisiológico** del rendimiento agronómico como es el área foliar.

4. Marco teórico

En Colombia hasta el 2017 se sembraron 90.833ha de frijol, y una producción de 115.609 Tn, con un rendimiento de 1,3 toneladas por hectárea (Tabla 1). En cuanto al consumo per cápita anual, se estimula de 3 a 4 kilos.

Tabla 1. Indicadores de producción a nivel nacional por departamento.

DEPARTAMENT OS	ÁREA (Ha)				PRODUCCIÓN (Ton)				RENDIMIENTO (Ton/Ha)				
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2019
HUILA	15.633	17.240	17.745	20.895	16.971	22.444	20.925	24.198	1.0	1.3	1.1	1.1	1.1
SANTANDER	17.000	17.400	16.650	17.500	20.603	20.200	19.043	20.180	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
ANTIOQUIA	14.664	17.225	14.465	14.149	16.027	22.610	17.456	20.125	1.0	1.3	1.2	1.4	1.4
NARIÑO	12.174	19.700	14.613	14.803	11.257	22.480	15.370	13.123	0.9	1.1	1.0	0.8	0.8
CUNDINAMARCA	5.950	6.520	6.450	7.820	10.115	10.008	10.997	12.399	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5
NORTE DE SANTANDER	6.000	6.000	6.000	6.000	7.200	6.960	6.975	7.000	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
TOLIMA	19.835	16.475	6.560	5.600	16.051	20.905	8.347	6.590	0.8	1.2	1.2	1.1	1.1
PUTUMAYO			4.600	2.879			11.527	5.796			2.5	2.0	2.0
BOYACÁ	1.740	2.075	1.792	1.820	2.185	3.908	2.815	3.281	1.2	1.8	1.5	1.8	1.8
BOLÍVAR	800	1.180	1.510	780	600	1.082	1.672	1.672	0.7	0.9	1.1	1.1	1.1
ATLANTICO	545	360	448	230	489	392	483	274	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
TOTAL	94.341	104.175	90.833	92.476	101.498	130.989	115.610	113.887	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2

Indicadores a nivel nacional hasta el 2018, resaltando el departamento de Norte de Santander encontrándose de sexto en Colombia.

Fuente: Fenalce (2019).

En Norte de Santander desde el 2015 hasta el 2018 había un área de 2.646,75 hectáreas disponibles de frijol, en el año 2015 se convierte en mayor producción en toneladas con 9.622.11 toneladas, mientras que en el 2018 disminuye quedando con 4.923,78 toneladas de producción de frijol, pero tiene una alza de toneladas la producción de frijol en el 2020 siendo la producción más alta en el rango de cinco años, datos suministrados en la Tabla 2. El rendimiento del frijol para el 2015 fue de 1,2 toneladas por hectárea, en el 2016 y 2017 fue de 1,16 ton/ha y en el 2018 sube a 1,17 ton/ha (Tabla 2) (Ministerio de Agricultura, 2019).

Tabla 2. Indicadores de producción en el Departamento Norte de Santander.
Indicadores del departamento de Norte Santander desde el año 2006 hasta el 2020, Colombia.

Año	Área (ha)	Producción (ton)	rendimiento (ha/ton)	Producción Nacional(ton)	Área Nacional (ha)
2006	0	0	0	0	0
2007	6,472,30	9,870,60	1,53	8,56	6,31
2008	6,504,00	10,037,50	1,54	9,42	6,74
2009	6,565,50	10,187,75	1,55	8,97	6,61
2010	6,590,50	10,253,76	1,56	9,20	6,72
2011	6,439,90	10,001,18	1,55	9,61	6,93
2012	6,699,10	11,067,98	1,65	10,27	7,19
2013	6,373,00	10,708,25	1,68	10,57	7,20
2014	6,255,70	11,246,30	1,80	9,82	6,80
2015	5,465,80	9,622,11	1,76	9,16	6,39
2016	5,289,20	9,564,22	1,81	9,49	6,29
2017	5,591,55	9,645,88	1,73	9,25	6,93
2018	2,646,75	4,923,78	1,86	9,18	5,77
2019	5,787,60	12,785,88	2,21	7,31	5,21
2020	5,753,30	13,343,73	2,32	7,19	5,30

Fuente: Agronet (2022).

4.1. Antecedentes

El daño que causan los artrópodos plaga y las enfermedades en los cultivos de frijol se ha observado durante todo el ciclo de vida, en donde todos los órganos de las plantas son susceptibles cuando la ocurrencia de la plaga o enfermedad coincide con la fase vegetativa e inicio de la reproductiva (Tartarin et al., 2016). Esto se debe a que el rendimiento agronómico está directamente relacionado con la tasa fotosintética de las plantas y del área foliar (Watson, 1947).

Por lo tanto, las plantas sometidas a defoliación pueden tener un rendimiento agronómico reducido comprendido en una pérdida en 30% al 90% del mismo, expresado en disminución de elementos para el beneficio, número y peso de vainas, número y peso de granos (Schmildt et al., 2019).

4.1.1. Antecedentes internacionales

Realizado en "San José "pequeña finca del Agricultor Guillermo Sousa, entre diciembre de 2017 y mayo de 2018, donde se caracterizaron cuatro variedades populares de leguminosas, considerando parámetros fisiológicos, prevalencia de plagas y enfermedades e impacto en la productividad agrícola, empleando un diseño de bloques al azar con cuatro procesos y tres clonaciones. Realizando una siembra a mano, utilizando variedades Güira 89, Conservadora, Hatuey 24 y Fortificada 05. Tomando datos de peso fresco por planta, materia seca pesada, área foliar, índice de área foliar, porcentaje de materia seca, tasa de absorción neta, tasa de crecimiento relativa, absoluta y correlación de área foliar y por último se identificaron plagas y su relación con variables fenológicas y climáticas (Tartabull, 2018).

Este trabajo se realizó con el objetivo de identificar cuál es la producción de frijol aplicando diferentes grados de defoliación, teniendo en cuenta 100 granos, peso y la cantidad de vainas por planta, mediante el esquema empírico que consiste en bloques al azar en posición de celdas separadas en 5 clonaciones, perteneciendo a 5 períodos de defoliación en distintos espacios (principal pétalo trifoliada, florecimiento, vainas en formación, vainas completas y vainas desecas) los espacios fueron divididos por diferentes grados de defoliación (0%, 33%, 67%, 100%) logrando identificar una reducción de rendimiento para

los grados de defoliación, teniendo en cuenta los periodos de crecimiento, incluyendo las vainas secas. La mayor reducción se dio durante el florecimiento y las vainas en formación, por medio de la investigación realizada se observó un mayor descenso del rendimiento debido al retroceso de los estudios, con el 100% de defoliación ejecutada a los 42 días posterior al acontecimiento.

4.1.2. Antecedentes Nacionales

- ***Comportamiento de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.), en la granja La Esperanza, Municipio de Fusagasugá, Provincia de Sumapaz.***

En el municipio Fusagasugá, provincia del Sumapaz, en la Universidad de Cundinamarca, se evaluó a cuatro tipos diferentes de frijol para saber su comportamiento ejecutando fenomenología, fisiología, fitosanitaria y producción de frijol para cultivar en la región de Sumapaz, para este proyecto diseñaron un esquema de bloques completamente aleatorio, donde utilizaron las variedades Ica Calima, Radical Arbustivo, Ica Cerinza e Ica Quimbaya, distribuyéndolos en 3 ensayos desiguales, las variables se evaluaron mediante un seguimiento de un período de ocho días. Evaluando acontecimientos como, actuación morfológica, tiempo de florecimiento y suceso, fechas para su desarrollo y alcanzar su punto de madurez para su recolecta, siendo utilizados para determinar los ensayos fisiológicos y fitosanitarios (Criollo & López, 2015).

Se recopilaban proporciones de variables como: tasa de asimilación neta (TAN), área foliar y peso seco, para que de esta manera se pudiera obtener su conducta fisiológica. También realizaron estimaciones del contagio de trips y mosca blanca, en el suceso de (*Erysiphe polygoni* De Candolle) mildew polvoroso el prototipo de enfermedad, tasa de ascenso de la enfermedad y área por debajo de la curva (ABCPE), para poder llevar a cabo la conducta sanitaria, se da a conocer como resultado que las plagas presentadas en dicha conducta fitosanitaria, efectivamente fueron trips y mosca blanca, consiguiendo que la cantidad afectada de área sembrada radical arbustivo venia de la plaga de la mosca y por parte del trips en ICA Quimbaya (Fernández et al., 1986).

Como resultado final, llevando a cabo cada uno de los experimentos y realizando la siembra de ICA Calima, se logró identificar que puede lograrse poca cantidad de

contaminación por parte de enfermedades o plagas, teniendo en cuenta que los demás recursos manipulados, no se diferenciaban en partes reveladoras, sin dejar de un lado que hubo elementos climáticos que sobresalían al momento de realizar la exploración como el desecamiento.

4.2. Marco contextual

La Granja Experimental Villa Marina está ubicada en la vereda Matajira Municipio de Pamplonita (Figura 1), la altura en la sede social es de 1.100 msnm (parte baja), 1.800 msnm en la parte alta Bella Vista, tiene una extensión de 440 hectáreas, cuenta con una temperatura promedio es de 20°C y relieve de pendiente húmeda, con una precipitación de 1.400 mm (Universidad de Pamplona, 2011).

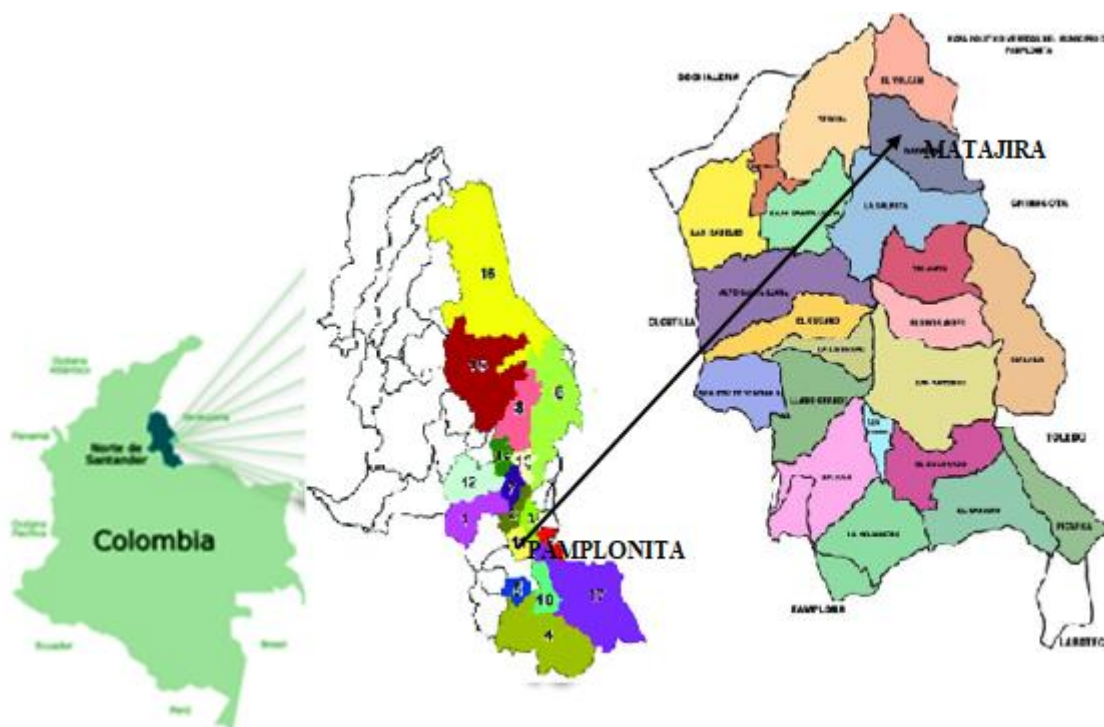


Figura 1. Ubicación Municipio de Pamplonita-Vereda Matajira.
Fuente: EOT Pamplonita (2011).

4.3. Bases conceptuales

4.3.1 Cultivo de Frijol

4.3.1.1 Particularidades agronómicas de frijoles arbustivos

En la Tabla 3 se puede identificar las características de varios tipos de frijol arbustivo (Ica Cerinza, Ica Calima, Radical arbustivo, Ica Quimbaya).

Tabla 3. Características de varios tipos de frijol arbustivo.

Características	ICA CERINZA	ICA CALIMA	RADICAL ARBUSTIVO	ICA QUIMBAYA
Habito de Crecimiento	Arbustivo	Arbustivo	Arbustivo	Arbustivo
Periodo Vegetativo	140 dias	140 - 150 dias	140 - 150 dias	80 - 90 dias
Dias de siembra-cosecha	140 -160 dias	150 dias	150 dias	85 - 90 días
Color semilla	Rojo	Rojo moteado de crema	Rojo solido brillante	Rojo
Forma	Redondeada-alargada	Redondeada-alargada	semiredondo	Redondeada-alargada
Zona adaptación	Clima medio	Clima cálido – medio	Clima cálido - medio	Clima medio
Rango altitud	1200-1800 msnm	800 – 1800 msnm	600 – 1500 msnm	1200-1800 Msnm

Fuente. Arias et al., (2007); Fenalce (2009); Secretaría de Agricultura y Pesca del V. Cauca (2009).

4.3.1.2 Categoría taxonómica

En la Tabla 4, se presenta la taxonomía del frijol.

Tabla 4. Taxonomía del frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Spermatophyta
Clase	Dicotyledonae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i>

4.3.2 Suelo

Para un mejor desarrollo del frijol se realiza su siembra en suelos franco-limosos y franco-arcillosos facilitando la asociación de las plantas de frijoles, contando con drenajes con gran profundidad para que ellas puedan realizar su proceso radicular y así aumentar la producción del área sembrada (Restrepo et al., 2007).

4.3.3 Semilla

Se debe contar con semillas de calidad y certificadas, que cuente con calidad, coloración pareja, sin desgastes o daños por plagas o enfermedades.

4.3.4 Prueba de germinación

Cada productor certifica la eficacia de la semilla cuando el agricultor efectúa el ensayo de germinación antes de ser llevada la semilla a campo para su siembra.

Cómo realizar la prueba:

Un recipiente con aberturas, se rellena de arena o algodón y se coloca un número de semillas siendo distribuidas a una profundidad no mayor de 2,50 cm, continuando tapando las semillas con arena, realizar riego habitual, luego del 5-8 día debe iniciar el proceso de germinación dando como resultado el brote del 80% de las semillas, para eficiencia y seguridad en el éxito de la siembra (IICA y COSUDE, 2009).

4.3.5 Estadios de desarrollo fenológico escala BBCH

La escala BBCH es un método uniforme con el cual se logra la identificación fenológica de estadios de crecimiento. El período de progreso de las plantas se subdivide principalmente en (10) diez fases de desarrollo.

Los estadios de crecimiento son descritos en forma ascendente así: (0) Germinación, brotación y desarrollo de la yema, (1) Desarrollo de hojas, (2) Formación de brotes laterales, (3) Elongación del tallo(tallo principal), (4) Desarrollo de las partes vegetativas cosechables de la planta, formación de órganos de propagación vegetativa, (5) Aparición de órgano floral (tallo principal), (6) Floración (tallo principal), (7) Formación del fruto, (8) Maduración de frutos y semillas o coloración de frutos, (9) Muerte o bien comienzo del reposo vegetativo.

4.3.6 Plagas

4.3.6.1 Mosca de la semilla *Hylemya cilicrura* (Rondani)

Mosca similar a la doméstica, comúnmente en zonas frías, atraída por la materia orgánica, lo que hace que estas ovipositen en el suelo, junto a las semillas o plántulas. Estas larvas atacan penetrando el tallo de las plantas (Londoño y Ríos, 2002).

4.3.6.2 Chizas

Los daños son originados durante los primeros estados de desarrollo, causando un deterioro en el crecimiento de las plantas y se alimentan de las raíces en estado larval (Intagri, 2017). En ocasiones se observan daños en los tallos y como resultado de las afectaciones puede originar hasta la muerte de esta (Arias et al., 2007).

4.3.7 Insectos Foliares

4.3.7.1 Crisomélidos

Coleópteras que hacen perforaciones circulares e irregulares en las hojas, ocasionando la disminución de fotosíntesis en la planta de fríjol. Los ataques se presentan en cualquier etapa del cultivo, alimentándose en estado de larva de las raíces y en estado adulto de las hojas, flores y vainas como es el caso de *Diabrotica* spp. (Vanegas, 2017).

4.3.8 Insectos chupadores

4.3.8.1 Lorito Verde

También llamado saltahojas verde *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, plaga de gran importancia mundial en el frijol. Se alimenta del floema en estado ninfal y adulto, reflejando su daño con una torsión, el descoloramiento de las hojas, el bajo rendimiento o pérdida de la siembra, originando el daño al instante de la alimentación debido a que la saliva es fitotóxica y es introducida por esta plaga a las plantas. La agresión es más compleja cuando la humedad disminuye y limitante en épocas secas (Mejía, 2018).

4.3.8.2 Mosca Blanca

Se pueden diferenciar dos especies de mosca blanca, esta especie influye en zonas frías *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), que de adultos chupan la savia y *Bemisia tabaci* (Gennadius), influye en climas cálidos transmitiendo el virus del mosaico dorado del frijol, también se ubican en el envés de los foliolos sus (huevos y ninfas) (Arias et al., 2007).

4.3.8.3 Tríps

En su estado adulto son pequeños de color amarillo pálido, siendo el más usual como plaga del cultivo de frijol es el *Thrips palmi* Karny este incrementa su daño en época seca, se puede presentar tanto en flores y el envés de las hojas, alimentándose causando raspados en el tejido foliar (Chang, citado por Guarín, 2003).

Otro trips importante en el frijol es *Frankliniella occidentalis* (Pergande), su desarrollo permanece gran parte en el material vegetal, también ejecuta la ninfosis en el suelo a pocos centímetros de profundidad (Lacasa y Llorens, 1996).

4.3.9 Enfermedades Foliares y radiculares

4.3.9.1 Antracnosis

Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. & Magir) hongo el cual causa esta enfermedad. La afectación de esta enfermedad se ve reflejada en la pérdida total de la siembra. Sus síntomas más leves aparecen con una coloración café intenso o negro (Figura 2), en los foliolos cotiledonales, sus daños iniciales pueden desarrollarse en el respaldo de las hojas, en las venas como manchas mínimas y en los peciolos. Las plantas jóvenes podrían

morir si la contaminación se vuelve compleja, y el hongo podría entrar a las vainas y semillas en desarrollo (Arias et al., 2007).

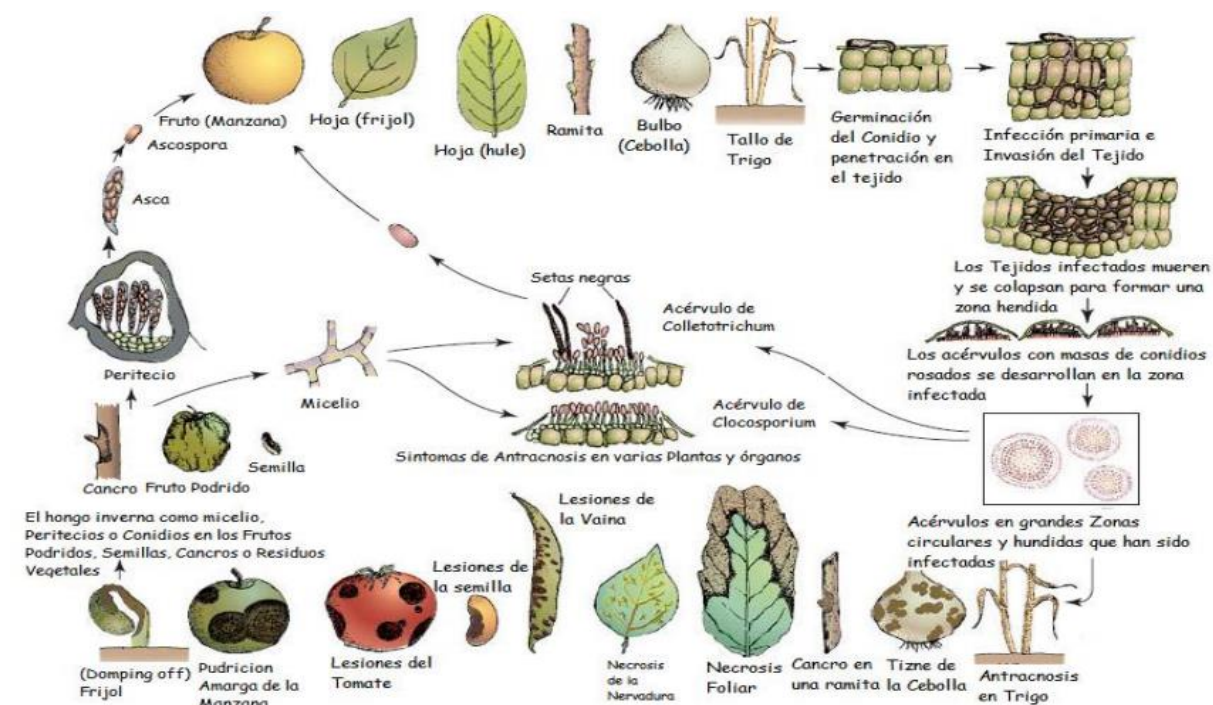


Figura 2. Ciclo Antracnosis en diferentes cultivos.
Nota. Fuente: (Agrios, 2005).

4.3.9.2 Pudrición por *Fusarium*

Enfermedad ocasionada por el hongo *Fusarium solani*(Mart.) y *Fusarium phaseoli*(Burkh.) los cuales permanecen en la tierra y perduran en la materia orgánica, las esporas pueden ser trasladadas de un lugar a otro por medio del transporte del agua en partículas de residuos de estiércol o en los implementos de agricultura, este hongo no es llevado interiormente en la semilla (CIAT, 1980).

4.3.9.3 Pudrición por *Rhizoctonia*

Al inicio de la infección puede ocasionar chancros de color café, a medida del progreso de la infección asciende el tamaño de los chancros y tornan a una coloración roja, lo que atrasa el desarrollo de la planta como consecuencia, también causa el volcamiento de la planta (Figura 5) (CIAT, 1980).

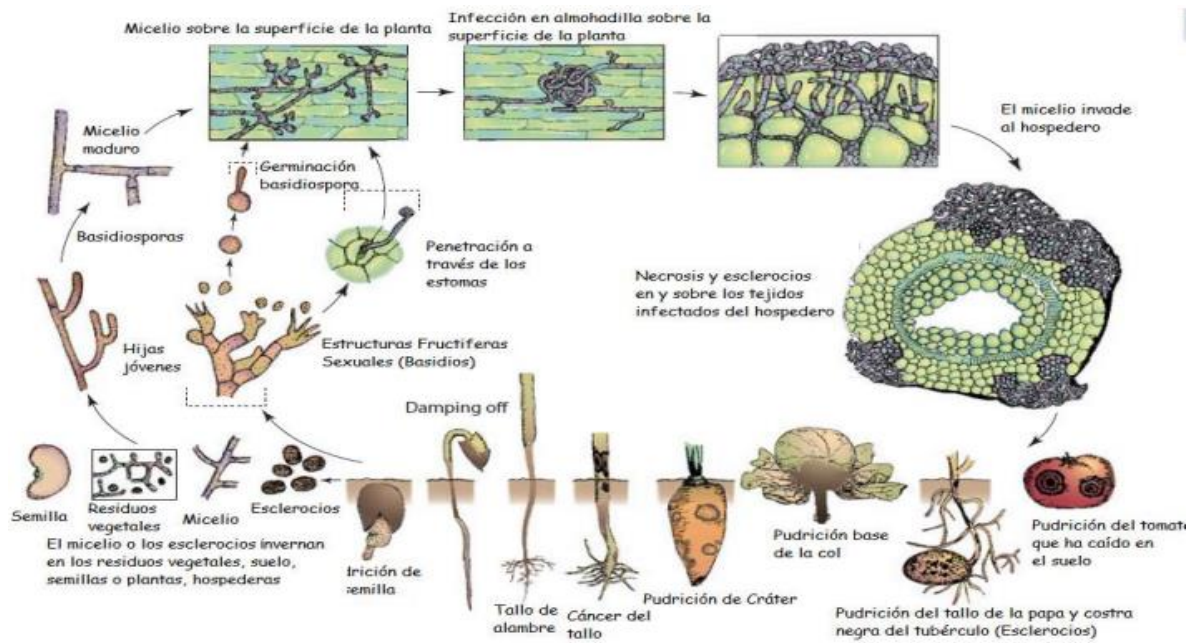


Figura 3. Ciclo Patológico de *Rhizoctonia* en algunos cultivos.
 Nota. Fuente: Agrios (2005).

4.4 Marco Legal

Este trabajo de investigación fue realizado bajo la siguiente reglamentación:

4.4.1 ACUERDO 186 DEL 02 DE DICIEMBRE DE 2005.

Administrado por la normatividad establecida por la Universidad de Pamplona que normaliza las particularidades de trabajo de grado, tomando Normas correspondientes para proyectos de investigación como lo es en este caso. Para realizar trabajo de grado se debe tener en cuenta directrices del reglamento estudiantil según el acuerdo número 186 del 02 de diciembre de 2005.

4.4.2 Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado.

La Universidad establece como requisito para obtención del título profesional, ejecutar un proyecto que se designa “TRABAJO DE GRADO”, que le permite:

1. Establecer problemáticas e insuficiencias, teniendo en cuenta la preparación recibida en la Universidad.
2. Acumular y considerar la indagación para diseñar soluciones a inconvenientes y necesidades determinadas.
3. Desenvolver propósitos y elaborar propósitos, que le apruebe dar a conocer su cabida al tomar decisiones.
4. Formular y evaluar proyectos.
5. Aplicación de Método Científico a todos los métodos de monografía.

PARÁGRAFO PRIMERO. – Basados en las peculiaridades de trabajo grado se toma la decisión por los estudiantes si desean llevar a cabo de forma individual o grupal.

PARÁGRAFO SEGUNDO. - “El Trabajo de Grado se podrá matricular a partir del 8º. Semestre, acatando las características que se emplee, con máximo (2) materias. El trabajo de grado se calificará con: “Aprobado”, “Excelente” o “Incompleto” si el estudiante no

cumple con las necesidades del trabajo deberá volver a matricular trabajo de grado el siguiente semestre académico.

4.4.3 ARTÍCULO 36.

Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, se puede desarrollar en la modalidad de investigación teniendo en cuenta:

Investigación: Se debe mostrar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: una propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, el tutor del Trabajo de Grado y un cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

4.4.4 Ley 811 de 2003

Se cambia la Ley 101 de 1993, se crean disposiciones de vínculos en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras alternativas (Ministerio de Agricultura, 2003).

4.4.5 Resolución 3168 del ICA de 2015

Se establece y se inspecciona la producción, importación y exportación de semillas con el fin de mejorar la genética para poder comercializar y sembrar en el país, también el control mediante el reconocimiento de elementos de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y dictando otras prácticas (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2015).

4.4.6 Resolución 000464 de 2017

Acogen los lineamientos importantes de política pública para la agricultura campestre, familiar y social dictando otras disposiciones (Ministerio de Agricultura, 2017).

4.4.7 Resolución 003593 de 2015

Realización el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia (Insituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2015).

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

La presente Investigación se enmarca como de tipo Investigación cuantitativa descriptiva, debido a que se obtuvo resultados a partir de la toma sistemática de datos para analizarlos estadísticamente y determinar diferencias significativas entre los tratamientos y el componente descriptivo se debe al comportamiento de las plantas de frijol según los tratamientos.

5.2 Diseño metodológico y/o Experimental

Consistió en un diseño experimental al azar con siete tratamientos donde cada tratamiento estuvo formado por tres plantas como repeticiones. Un diseño al azar es un diseño experimental en el que los tratamientos se asignan a las unidades experimentales al azar. En este caso, las plantas se asignaron a los tratamientos al azar, independientemente de su tipo. Esto significó que todos los tratamientos tuvieron la misma probabilidad de recibir la misma cantidad de plantas. Esto ayudó a asegurar que los resultados del experimento sean precisos y fiables.

Hipótesis

En agroecosistemas de frijol ocurren defoliaciones que disminuyen los rendimientos, las cuales pueden ser evaluadas artificialmente y determinar su efecto en los componentes de rendimiento.

Hipótesis Nula: Todos los Tratamientos tienen un efecto igual.

Hipótesis Alternativa: Hay al menos un Tratamiento con un efecto diferente a los demás

Sistema de Variables

Variables Cuantitativas

Variables dependientes

- a. Altura de las plantas.

- b. Diámetro de tallos.
- c. Número de ramas.
- d. Área foliar.
- e. Número de flores.
- f. Número de vainas.
- g. Peso de vainas.

Variables independientes

- a. Grados de defoliación.
- b. Etapas fenológicas.

El presente estudio se realizó bajo condiciones controladas en la Granja Experimental Villa Marina, teniendo en cuenta los datos meteorológicos de la Estación Meteorológica de la Granja Blonay (Anexo 1).

Material Vegetal:

Se utilizó el cultivar de frijol ICA Cerinza por ser el más cultivado en la Provincia de Pamplona, aunado a las favorables condiciones agroclimáticas para su desarrollo.

Preparación sustrato,



Figura 4.a). Mezcla de sustrato, b). Cerniendo el sustrato, c). Resultado final del sustrato.
Fuente. Autores

Llenado de bolsa 24 de septiembre, se escogieron bolsas de un 1 kg, se procedió a realizar el llenado de estas con el sustrato preparado, seguidamente se fueron organizando 25 bolsas por cada tratamiento (Figura 5).



Figura 5.a). Llenado de bolsas, 5b). Tratamientos

Fuente. Autores

Germinación:

Se dio inicio con una prueba de germinación y emergencia, colocando más de 100 semillas en una tasa con agua para que realizara el proceso de absorción de agua (Hipotónico) durante 24 horas (Figura 6) y así comprobar la viabilidad de las semillas.



Figura 6. Proceso Hipotónico del frijol

Fuente: Autores

Luego de pasar las 24 horas se sacaron de la tasa, y se colocaron sobre una superficie de cartón con una capa de algodón, se regaron día a día, hasta el día 29 de octubre que se hizo notoria la radícula (Figura 7) y así mismo se realizó la siembra directa, pasados cuatro 4días comenzó la germinación indicando la calidad de las semillas, confirmando el vigor de la semilla.

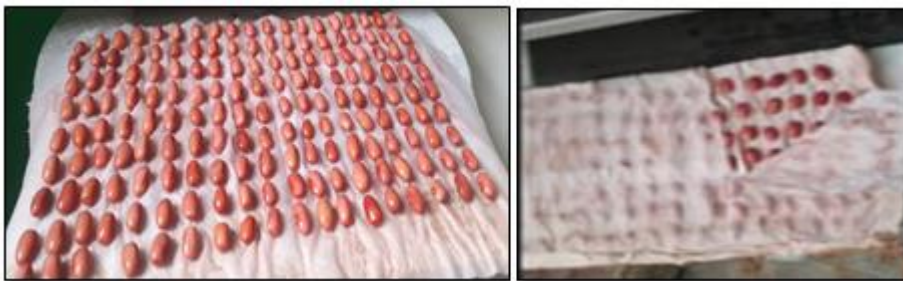


Figura 7. Semillas sobre y cubiertas con servilleta de papel.

Fuente: Autores

Siembra:

La siembra se realizó manualmente en bolsas plásticas con capacidad de un 1 kilogramo de sustrato (Figura 8). En cada bolsa se soterró a tres (3) centímetros de profundidad una semilla de frijol y fueron mantenidas bajo protección durante todo el desarrollo del experimento.



Figura 8. Siembra de la sellas de Frijol.

Fuente. Autores

Manejo agronómico:

Se realizó un manejo agronómico similar a la de los agricultores de la Provincia de Pamplonita. Aplicando fertilizante foliar Bayfolan® (80 cc), en la fase vegetativa (Figura 9) dependiendo del vigor, con el objetivo de estimular el desarrollo vegetativo y con ello la floración. Fertilizante foliar con elementos mayores y menores, siendo estabilizador pH, tiamina y fitohormonas, indicado para prevenir y corregir deficiencias nutricionales, logrando un mejor desarrollo vegetativo y por lo tanto mayores rendimientos en los cultivos de frijol.



Figura 9. Aplicación de fertilizante foliar Bayfolan®
Fuente: Autores.

Se realizó la aplicación de BABOXA_{SB} (Figura 10), para el control de babosas y caracoles.



Figura 10. Aplicación de BABOXA
Fuente. Autores

Aplicación de 5cc Clorpiricol_{4EC} X 1L de agua (Figura11), insecticida organofosforado no sistémico que sirve para controlador el minador de la hoja, el cual se presentó en el cultivo.



Figura 11. Aplicación de insecticida Clorpiricol ^{4EC}.
Fuente. Autores

Defoliación artificial:

Todos los cortes se realizaron manualmente con la ayuda de una tijera, haciendo los cortes de los foliolos, dejando solamente los peciolos.

Se realizaron los siguientes tratamientos:

1. Testigo (T_0): sin defoliación.
2. 33 (23): consistió en 33% de defoliación, en el estadio fenológico 23.
3. 66 (23): consistió en 66% de defoliación, en el estadio fenológico 23.
4. 100 (23): consistió en 100% de defoliación, en el estadio fenológico 23.
5. 33 (65): consistió en 33% de defoliación, en el estadio fenológico 65.
6. 66 (65): consistió en 66% de defoliación, en el estadio fenológico 65.
7. 100 (65): consistió en 100% de defoliación, en el estadio fenológico 65.

El ensayo se mantuvo hasta el estadio 71 de la Escala BBCH, a los 61 días de germinadas las plantas, procediendo a tomar los datos de las variables evaluadas.

En la defoliación del tratamiento 33% se realizaron los cortes de los foliolos apicales de toda la planta (Figura 12).



Figura 12. Defoliación tratamiento 33%.
Fuente. Autores.

En las defoliaciones del tratamiento 66% se realizaron los cortes de los dos folíolos laterales de toda la planta (Figura 13).



Figura 13. Defoliación tratamiento 66%.
Fuente. Autores

En las defoliaciones realizadas en el tratamiento 100%, se realizaron los cortes de los tres folíolos, los dos laterales y el apical, de toda la planta (Figura 14).



Figura 14. Defoliación tratamiento 100%.
Fuente. Autores.

Después de cada corte, la tijera se introdujo en una solución de hipoclorito de sodio al 5%, evitando transmitir enfermedades de una planta a otra, y los folíolos eran colectados y guardados para continuar con el proceso.

Cosecha:

La cosecha se realizó manualmente cuando las vainas de frijol en verde se encontraban en un estadio fenológico 79, según la escala BBCH, con un 10% de llenado de las vainas, siendo fácilmente visibles en las plantas. Se cosecharon todas las vainas de tres plantas por tratamiento.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

Se determinaron parámetros como el diámetro de los tallos, altura de plantas, número de ramas, número de flores, número de vainas por planta por tratamiento, peso de vainas en fresco, para determinar los efectos en cada tratamiento sobre cada una de las variables evaluadas en el presente ensayo.

5.2.1 Componentes de rendimiento secundarios

Diámetro de los tallos:

Con la ayuda de un pie de rey, semanalmente se midió el diámetro del tallo de todas las plantas de cada uno de los tratamientos (Figura 15).



Figura 15. Diámetro de tallos.
Fuente. Autores

Altura de plantas (cm):

Este parámetro se tomó semanalmente a todas las plantas desde la aparición de sus dos hojas cotiledonales hasta un día antes de la cosecha y que constituye un componente secundario de rendimiento, con el cual se puede estimar a través de una función de rendimiento, midiendo desde la superficie del suelo en la base del tallo hasta el ápice de la planta, utilizando una cinta métrica graduada, promediándose para obtener la media de altura de las plantas en cada tratamiento.

Número de ramas:

Este parámetro se tomó semanalmente a todas las plantas desde la aparición de sus dos hojas cotiledonales hasta un día antes de la cosecha, promediándose para obtener la media de ramas de cada planta en cada tratamiento.

Duración de cada estadio principal según la escala BBCH:

Las etapas de desarrollo del cultivo son diez, cinco de desarrollo vegetativo y cinco de desarrollo reproductivo, siendo que el número de días para las variedades mejoradas actuales oscilan entre 5 a 7 meses dependiendo la variedad y el piso altitudinal.

La realización de cada uno de los cortes se llevó a cabo en las siguientes fechas,

- a. El primer corte de defoliación se realizó el día 01 de noviembre, los 20 días después de la germinación (ddg), encontrándose las plantas en el estadio 23 según la escala BBCH.

- b. El segundo corte de defoliación se realizó el día 24 de noviembre, que contaba con un lapso de 43 días después de la germinación, en el estadio 65 según la escala BBCH.

Teniendo en cuenta que el ciclo de desarrollo del cultivo vario debido a la altitud de 1.100msnm en la que se encuentra ubicada la Granja Experimental Villa Marina.

5.2.2 Componentes de rendimiento Primarios

Número de vainas por planta:

Se contaron todas las vainas de cada una de las plantas en cada uno de los tratamientos (Figura 16).



Figura 16. Conteo de vainas.
Fuente. Autores

Número de flores:

Se contaron el número de flores de cada una de las plantas en cada tratamiento (Figura 17).



Figura 17. Conteo de Flores.

Fuente. Autores

Materia Fresca de Vainas:

Luego de haberse aplicado los tratamientos, se recolectaron por separado todas las vainas de las tres plantas en cada tratamiento, en el estadio 71 de la escala BBCH, cuando el 10% de las vainas alcanzaron la longitud típica, a los 61 días después de la germinación, realizando su peso en verde de cada una de las vainas.

5.2.3 Variables para calcular índice de crecimiento.

Área foliar:

Se determinó mediante la toma de 42 hojas adultas por dos (2) muestreos tomando las hojas correspondientes a cada uno de los tratamientos un día antes de la cosecha, luego se procede a la toma de la foto de cada una de las hojas, iniciando el proceso con la descarga de la foto (extensión jpg) en el programa (ImageJ) y la inclusión del largo del limbo (cm) como parámetro de entrada en el programa. Con estos parámetros el software estima el área foliar de cada una de las hojas, luego de tener los datos se calcula el promedio del área foliar teniendo en cuenta la cantidad de los folíolos para ser divididos entre sí y obtener el promedio de las plantas en los tratamientos del 33, 66 y 100% que se realizaron al azar.

5.3 Análisis estadístico

El número de flores, vainas y ramas se transformaron a $\sqrt{x} + 1$, para normalizar los datos y las variables altura de las plantas, diámetro del tallo de las plantas, área foliar, peso fresco y peso seco de las vainas se analizaron mediante el Software SPSS Statistics 26.0, con el cual

se realizaron los Análisis de Varianza, previa comparación de la normalidad de datos y homogeneidad de varianzas, seguido del test de comparación de medias de Duncan con un nivel de significancia $p \leq 0,05$.

6. Resultados y Discusión

6.1. Primer objetivo

Determinación del efecto de la defoliación manual sobre los componentes de rendimiento secundarios (altura de las plantas, diámetro de tallos y número de ramas), ocurridas en dos etapas fenológicas (23 y 65) del cultivo.

En la Tabla 5 se puede observar los resultados del Análisis de Varianza para las variables altura de las plantas y diámetro de los tallos, detectándose que no hubo significancia ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, según se puede apreciar en el Anova, el cual determinó significancias de ($p \leq 0,053$) para la altura y ($p \leq 0,507$) para el diámetro de las plantas.

Tabla 5. Anova de las variables altura y diámetro de plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

ANOVA							
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Entre grupos	(Combinado)	316,678	6	52,780	3,221	0,053
		Término lineal	109,258	1	109,258	6,668	0,022
		Desviación	207,420	5	41,484	2,532	0,078
	Dentro de grupos		229,380	14	16,384		
	Total		546,058	20			
Diámetro	Entre grupos	(Combinado)	0,479	6	0,080	0,924	0,507
		Término lineal	0,063	1	0,063	0,729	0,408
		Desviación	0,416	5	0,083	0,963	0,473
	Dentro de grupos		1,210	14	0,086		
	Total		1,689	20			

Fuente: Autoras

Aunque el efecto de las defoliaciones no fue significativo, si se puede apreciar que las plantas tienen una tendencia a incrementar su altura cuando se aumenta los porcentajes de defoliación. En la Tabla 6, se presentan los promedios y las desviaciones estándar para los componentes de rendimiento secundarios altura de las plantas y diámetro de los tallos de las plantas sometidas a los siete tratamientos de defoliación artificial en las etapas fenológicas 23 (crecimiento) y 65 (inicio de formación de vainas), en donde se puede apreciar que

ninguno de los componentes de rendimiento secundarios evaluados como altura y diámetro de los tallos fueron afectados significativamente por las defoliaciones artificiales,

Tabla 6.Promedio de altura (cm) de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Altura (cm)	DS Altura	Diámetro (cm)	DS Diámetro
T ₀	3	48,66	3,51	4,69	0,38
33(23)	3	48,33	2,14	4,30	0,39
66(23)	3	49,00	2,00	4,61	0,32
100(23)	3	50,47	1,26	4,69	0,15
33(65)	3	50,67	7,50	4,74	0,14
66(65)	3	49,67	2,51	4,80	0,28
100(65)	3	51,87	4,21	4,57	0,08

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Fuente: Autoras

El componente de rendimiento secundario, número de ramas tampoco fue afectado significativamente por las defoliaciones artificiales, como se puede apreciar en la Tabla 7 y, según los resultados del Anova que arrojó una significancia de ($p \leq 0,203$).

Tabla 7.Anova de la variable número de ramas de plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

ANOVA				Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ramas	Entre grupos	(Combinado)		0,136	6	0,023	1,662	0,203
		Término	Contraste	0,079	1	0,079	5,827	0,030
		lineal	Desviación	0,056	5	0,011	0,830	0,550
	Dentro de grupos			0,190	14	0,014		
	Total			0,326	20			

Fuente: Autoras

En la Tabla 8, se muestran los valores promedio de número de ramas transformadas y las variaciones estándar correspondientes al componente de rendimiento secundario, específicamente el número de ramas de las plantas, en diferentes tratamientos de defoliación artificial aplicados durante las etapas fenológicas 23 (crecimiento) y 65 (inicio de formación de vainas). Los resultados indican que las defoliaciones artificiales no tuvieron un impacto significativo en dicho componente.

Tabla 8. Promedios originales y transformados de número de ramas de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Datos originales ramas	Ramas transformados ($\sqrt{x+1}$)	DS
T ₀	3	2,72	2,65	0,00
33(23)	3	2,49	2,58	0,11
66(23)	3	2,69	2,64	0,19
100(23)	3	2,49	2,58	0,11
33(65)	3	3,13	2,77	0,10
66(65)	3	3,13	2,77	0,10
100(65)	3	3,13	2,77	0,10

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Datos transformados ($\sqrt{x+1}$).

Fuente: Autoras

6.2. Segundo objetivo

Evaluación del efecto sobre el determinante fisiológico del rendimiento agronómico como es el área foliar.

El Análisis de Varianza para las variables número de flores y número de vainas por planta, detectó diferencias significativas entre los tratamientos, según se puede apreciar en la Tabla 9, los cuales determinaron significancias de ($p \leq 0,000$) para número de flores y ($p \leq 0,006$) para el número de vainas por planta.

Tabla 9. Anova de las variables número de flores y número de vainas por planta de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

ANOVA								
				Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Flores	Entre	(Combinado)		6,309	6	1,051	106,110	0,000
	grupos	Término	Contraste	2,559	1	2,559	258,188	0,000
		lineal	Desviación	3,750	5	0,750	75,694	0,000
	Dentro de grupos			0,139	14	0,010		
	Total			6,448	20			
Vainas	Entre	(Combinado)		1,506	6	0,251	5,085	0,006
	grupos	Término	Contraste	1,308	1	1,308	26,486	0,000
		lineal	Desviación	0,199	5	0,040	0,805	0,564
	Dentro de grupos			0,691	14	0,049		
	Total			2,197	20			

Fuente: Autoras

Las Pruebas de Duncan (Tabla 10) para los componentes de rendimiento primarios como número de flores de las plantas sometidas a los siete tratamientos de defoliación artificial en las etapas fenológicas 23 (crecimiento) y 65 (inicio de formación de vainas), arrojó diferencias mínimas significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, el promedio de 2,58 flores por planta del testigo (T_0) es significativamente mayor que la de todos los demás tratamientos. Por lo tanto, podemos concluir que el tratamiento testigo (T_0) produjo significativamente más flores que todos los demás tratamientos y que no hubo diferencias significativas entre ellos, generándose un segundo grupo con los tratamientos 33(23) con 1,00; 66(23) con 1,14; mientras que el resto de los tratamientos 100(23), 33(65), 66(65) y 100(65) con 1,0 flor por planta.

Tabla 10. Prueba de medias de Duncan para los promedios transformados de flores de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Datos originales flores	Flores transformados ($\sqrt{x+1}$)	DS
T_0	3	2,49	2,58 a	0,11
33(23)	3	0,00	1,00 b	0,00
66(23)	3	0,02	1,14 b	0,23
100(23)	3	0,00	1,00 b	0,00
33(65)	3	0,00	1,00 b	0,00
66(65)	3	0,00	1,00 b	0,00
100(65)	3	0,00	1,00 b	0,00

Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Datos transformados ($\sqrt{x+1}$).

Fuente: Autoras.

En la Figura 18, se presentan los promedios y sus desviaciones estándar del número de flores por planta en cada uno de los tratamientos a que fueron sometidas las plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza, en la Granja Villa Marina.

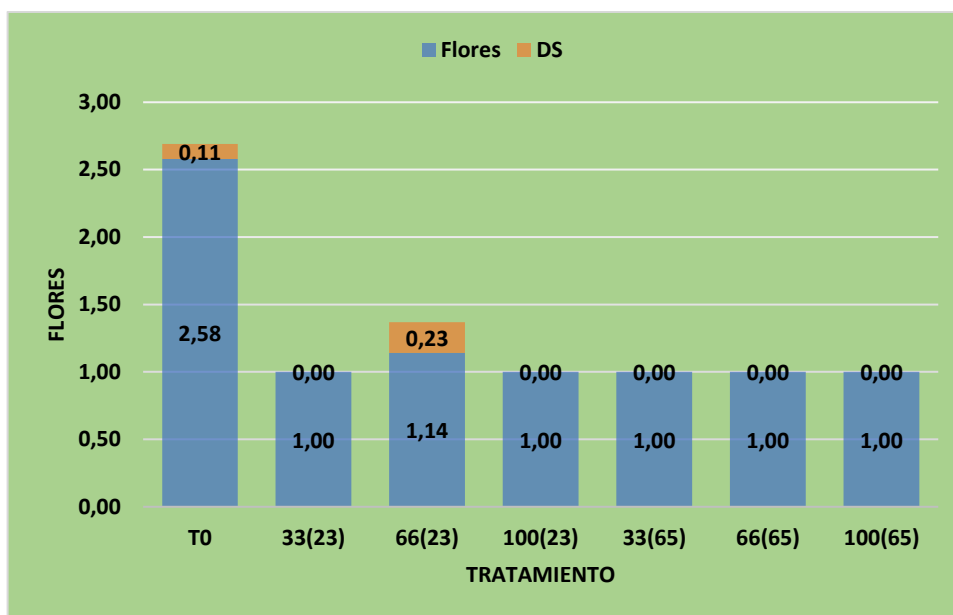


Figura 18. Representación gráfica de los promedios transformados de flores de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina

Para el componente de rendimientos primario número de vainas, los siete tratamientos son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Por lo tanto, se establecieron tres grupos de tratamientos; así, un primer grupo con T₀ con 3,05; 33(23) con 2,94 y 66(23) con 2,89; un segundo grupo con 33(65) con 2,45; 100(23) con 2,52; 66(65) con 2,58 y el tercer grupo con 100(65) con 2,28 vainas por planta. Los tratamientos en el grupo uno tiene los mayores promedios de vainas y son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) de los tratamientos en los otros dos grupos. El tratamiento 100(65) tiene el menor promedio de vainas y es significativamente diferente de todos los demás tratamientos. Finalmente, los tratamientos en el grupo dos tienen promedios de vainas intermedios y no son significativamente diferentes entre sí (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de medidas de Duncan para los promedios transformados de vainas de plantas de *P. Vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Datos originales vainas	Vainas transformados ($\sqrt{x+1}$)	DS
T ₀	3	4,20	3,05 a	0,09
33(23)	3	3,76	2,94 ab	0,19
66(23)	3	3,57	2,89 abc	0,09
100(23)	3	2,31	2,52 cd	0,11

33(65)	3	2,10	2,45 d	0,00
66(65)	3	2,49	2,58 bcd	0,21
100(65)	3	1,64	2,28 d	0,48

Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Datos transformados ($\sqrt{x+1}$).

Fuente: Autoras.

la Figura 19, se puede observar la representación gráfica de los promedios y sus desviaciones estándar del número de vainas por planta en cada uno de los tratamientos a que fueron sometidas las plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza, en la Granja Villa Marina.

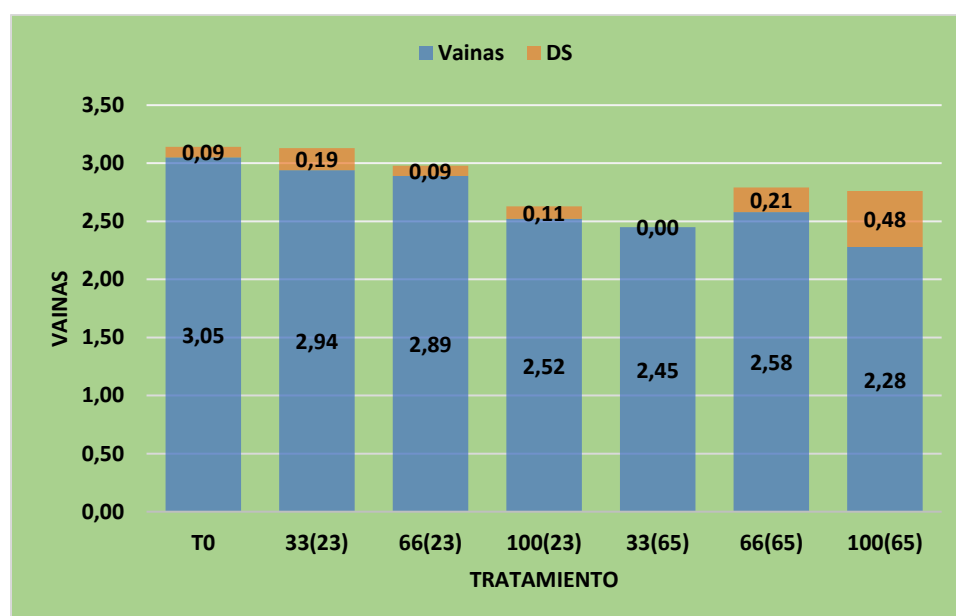


Figura 19. Representación gráfica de los promedios transformados de vainas de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Área foliar

Evaluación del efecto sobre el determinante fisiológico del rendimiento agronómico como es el área foliar.

El Análisis de Varianza (Tabla 12) para el determinante fisiológico del rendimiento agronómico como es el área foliar detectó significancia entre los tratamientos, según se puede apreciar en la Tabla x, con ($p \leq 0,000$).

Tabla 12. Anova de la variable área foliar por planta de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

ANOVA

Área foliar	Entre grupos	(Combinado)		44415,007	6	7402,501	8,732	0,000
		Término	Contraste	38867,408	1	38867,408	45,848	0,000
		lineal	Desviación	5547,599	5	1109,520	1,309	0,316
	Dentro de grupos			11868,426	14	847,745		
	Total			56283,433	20			

Fuente: Autores

La Prueba de Duncan permitió identificar diferencias mínimas significativas ($p \leq 0,05$) entre los siete tratamientos y agruparlos en categorías de acuerdo a su efecto sobre el área foliar. En este caso, se observa que los tratamientos T_0 y 33(23) tienen un efecto similar; mientras que los tratamientos 66(23), 33(65) y 66(65) tienen un efecto diferente. Además, el tratamiento 100(65) tiene un efecto único sobre el área foliar y difiere significativamente de todos los demás tratamientos.

Por lo tanto, los tratamientos T_0 con 190,81 y 33(23) con 180,87 centímetros cuadrados no son diferentes, pero son significativamente diferentes a los tratamientos 66(23) con 135,51; 33(65) con 83,99; 66(65) con 88,80; 100(23) con 89,45 y 100(65) con 68,59 centímetros cuadrados. Los tratamientos 66(23), 33(65) y 66(65) tienen el mismo efecto y son significativamente diferentes a los tratamientos 100(23) y 100(65). Por último, el tratamiento 100(65) es significativamente diferente de todos los demás tratamientos, lo que sugiere que este tratamiento tiene un efecto único sobre el área foliar (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de medias de Duncan para los promedios de área foliar de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Área foliar	DS
T_0	3	190,81 a	22,96
33(23)	3	180,87 ab	11,29
66(23)	3	135,51 bc	36,58
100(23)	3	89,45 cd	45,92
33(65)	3	83,99 cd	33,66
66(65)	3	88,80 cd	25,16
100(65)	3	68,59 d	8,12

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Fuente: Autoras.

La representación gráfica de los promedios y desviación estándar del área foliar por planta en cada uno de los tratamientos a que fueron sometidas las plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza (Figura 20).

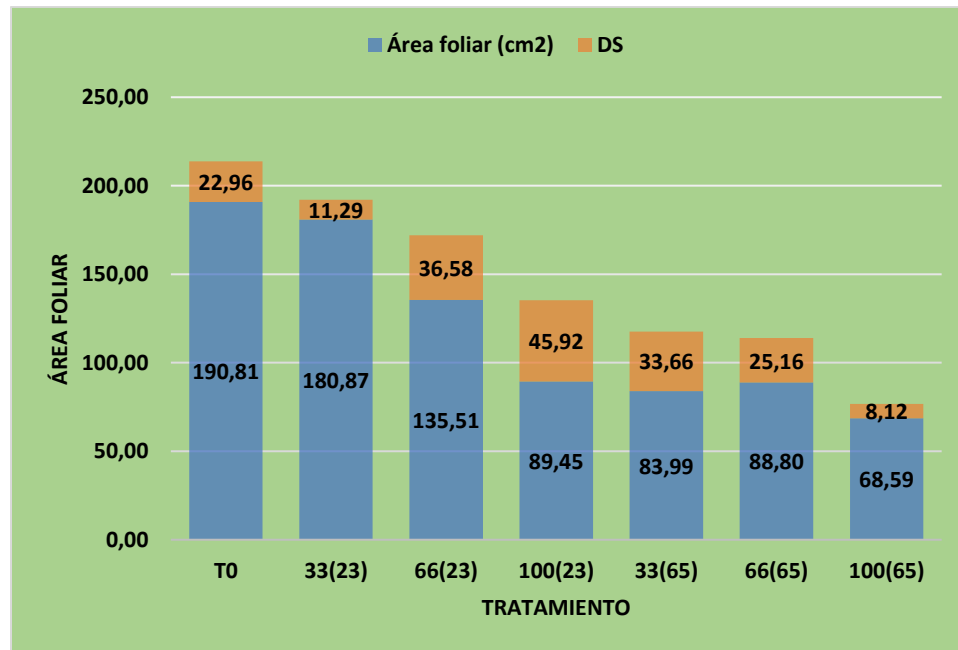


Figura 20. Representación gráfica de los promedios transformados de área foliar de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

El Análisis de Varianza para las variables peso fresco y peso seco de las vainas por planta, no detectó diferencias significativas entre los tratamientos, según se puede apreciar en la Tabla 14, los cuales determinaron significancias de ($p \leq 0,514$) para peso fresco y ($p \leq 0,650$) para el peso seco de las vainas por planta.

Tabla 14. Anova de las variables peso fresco y peso seco de vainas de plantas de frijol *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

ANOVA				Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso fresco	Entre	(Combinado)		52,952	6	8,825	0,913	0,514
	grupos	Término	Contraste	0,048	1	0,048	0,005	0,945
		lineal	Desviación	52,905	5	10,581	1,095	0,406
	Dentro de grupos			135,333	14	9,667		
	Total			188,286	20			
(Combinado)				2,284	6	0,381	0,706	0,650

Peso seco	Entre grupos	Término lineal	Contraste	1,605	1	1,605	2,976	0,107
			Desviación	0,679	5	0,136	0,252	0,932
	Dentro de grupos			7,550	14	0,539		
	Total			9,834	20			

Fuente: Autoras.

En las Tablas 15 y 16, se puede observar los resultados de la Comparación de medias con la Prueba de Duncan para las variables peso fresco y peso seco de vainas por planta, determinándose que no se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los diferentes porcentajes de defoliación.

Tabla 15. Promedios de peso fresco (g) de las vainas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Peso fresco (g)	DS
T ₀	3	13,00	3,46
33(23)	3	8,33	3,21
66(23)	3	10,33	3,51
100(23)	3	9,00	4,00
33(65)	3	8,67	2,52
66(65)	3	11,33	2,31
100(65)	3	11,33	2,31

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Fuente: Autoras.

Tabla 16. Promedios de peso seco (g) de las vainas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Tratamiento	N	Peso seco (g)	DS
T ₀	3	2,84	0,76
33(23)	3	2,84	0,76
66(23)	3	2,30	0,78
100(23)	3	2,47	1,10
33(65)	3	2,53	0,73
66(65)	3	2,35	0,48
100(65)	3	1,80	0,14

Nota: Porcentaje de defoliación (etapa fenológica).

Fuente: Autoras.

La representación gráfica de los promedios y sus desviaciones estándar de peso fresco y peso seco se ilustra en las Figuras 21 y 22.

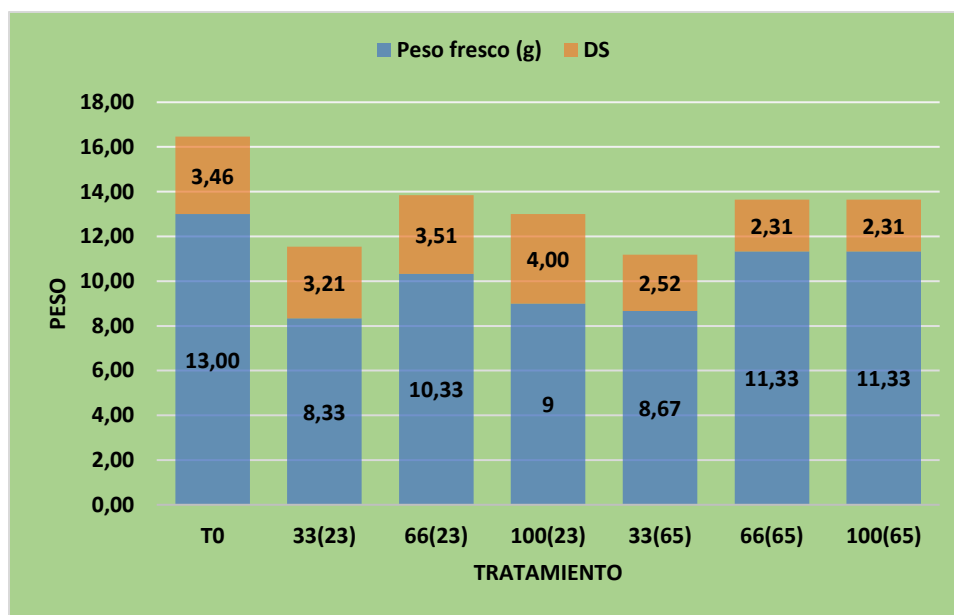


Figura 21. Representación gráfica de los promedios de peso fresco de vainas de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

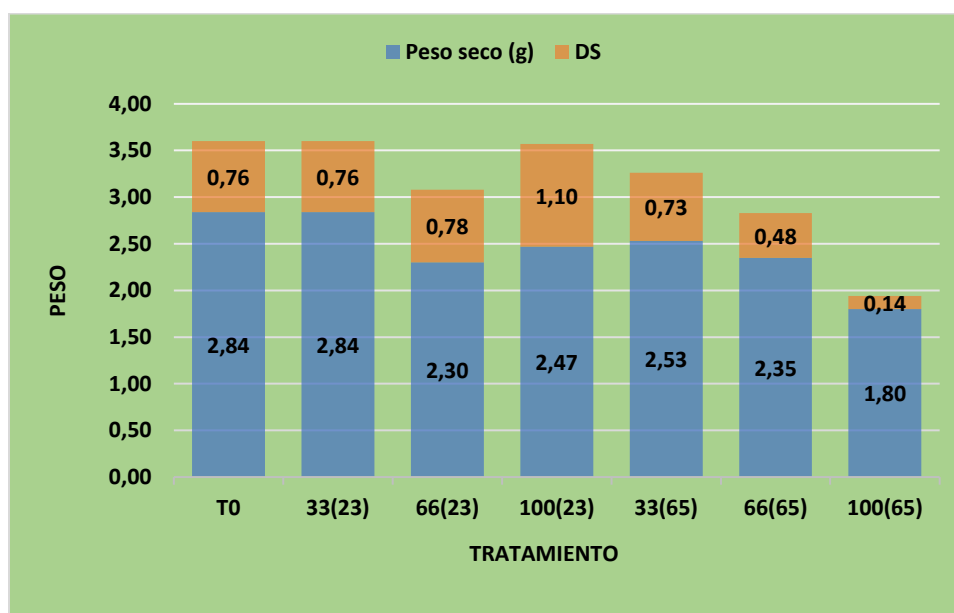


Ilustración 22. Representación gráfica de los promedios de peso seco de vainas de plantas de *P. vulgaris* cv. Cerinza sometidas a los diferentes tratamientos, en la Granja Villa Marina.

Discusión

Hasta el estadio fenológico (71), momento en que se terminó el ensayo con la cosecha de las primeras vainas, se encontró que, las defoliaciones artificiales en las plantas de *P. vulgaris* no causaron disminución en los componentes de rendimiento secundarios. Sin embargo, se observó un efecto negativo en la formación de vainas a medida que aumentaba el porcentaje de defoliación y en diferentes etapas fenológicas de las plantas.

El tratamiento 100(65) mostró el menor promedio de vainas y fue significativamente diferente de todos los demás tratamientos. Además, se encontraron diferencias significativas en el área foliar, siendo las plantas con el tratamiento 100(65) el más afectado por la defoliación artificial.

Es importante destacar que, a pesar de los efectos negativos en la formación de vainas y en el área foliar, no se encontraron diferencias en el peso fresco y peso seco de las vainas en comparación con el grupo de control hasta la etapa que se realizó el ensayo. Estos hallazgos pueden tener implicaciones en la comprensión de los efectos de la defoliación artificial en el rendimiento de las plantas de frijol y podrían ser útiles en la planificación de prácticas agrícolas relacionadas con la defoliación.

El número de vainas por plantas fue el componente de rendimiento evaluado menos afectado por la defoliación manual, mientras el peso de la semilla el más afectado, lo cual se pudo ver afectada al momento de la toma de las muestras ya que las vainas fueron recogidas en el estadio 71 donde apenas estaban en 10% de formación, estado conformada de líquido lo cual muestra gran diferencia entre su peso fresco y seco.

7. Conclusiones

Ninguna de las defoliaciones artificiales en *P. vulgaris* causó disminución en los componentes de rendimiento secundarios como la altura, el diámetro del tallo y el número de ramas en las plantas sometidas a defoliaciones desde 0% hasta el 100%.

El testigo (T0) produjo significativamente más flores que todos los demás tratamientos, los cuales si fueron afectados; mientras que la formación del número de vainas se vio fuertemente afectado cuando se incrementaba el porcentaje de defoliación y la etapa fenológica de las plantas de frijol.

El tratamiento 100(65) produjo el menor promedio de vainas siendo significativamente diferente de todos los tratamientos. Finalmente, los tratamientos 100(23), 33(65) y 66(65) tienen promedios de vainas intermedios y no son significativamente diferentes entre ellos.

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo a su efecto sobre el área foliar; así, el testigo (T0) y 33(23) tienen un efecto similar, mientras que los demás tratamientos son diferentes al testigo y 33(23). Siendo el tratamiento 100(65) el más afectado por la defoliación artificial, diferente significativamente de todos los demás tratamientos.

La variedad *P. vulgaris* cv. Cerinza ,teniendo en cuenta las variables tomadas no arrojó diferencias significativa, en el parámetro fisiológico como,área foliar ,materia seca y fresca ,pero el cultivar reveló tolerancia a la defoliación realizada a cada tratamiento (33%,66% y 100%) generando respuestas morfológicas y evitando la disminución tanto en crecimiento y desarrollo de la planta.

8. Recomendaciones

Se debe continuar con este tipo de ensayos hasta el Estadio fenológico 99, de la Escala BBCH, que corresponde a la cosecha de granos secos, para comparar el efecto de las defoliaciones en la disminución de los rendimientos.

Realizar estudios más contundentes que permitan ser divulgados a los agricultores con el objeto de mejorar el manejo de los artrópodos plaga, entre ellos los insectos defoliadores, para determinar el nivel de defoliación que la planta de frijol puede soportar lo cual evitaria gastos económicos al agricultor .

Realizar evaluaciones sobre los efectos defoliantes en diferentes variedades de Frijol que tengan un comportamiento agronómico distinto.

9. Bibliografía

1. Aguado, R. F. (2020). Principales plagas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Cesar, Colombia. *AGROSAVIA*, 48.
2. CABI. (2021). *Invasive Species Compendium*. Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40626#REF-DDB-197286>
3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980 La roya del frijol y su control. Cali, Colombia. 5-13 pp.
4. Climate-data.org. (2020). *CLIMA PAMPLONA (COLOMBIA)*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/norte-de-santander/pamplona-50220/>
5. Criollo, R., & López, J. (2015). *COMPORTAMIENTO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO (Phaseolus vulgaris L.), EN LA GRANJA LA ESPERANZA, MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, PROVINCIA DEL SUMAPAZ*. Fusagasugá: Universidad de Cundinamarca.
6. Cultivo de frijol, Tecnologías de pre secado en campo, /IICA/COSUDE, Proyecto RED SICTA, Red de Innovación Agrícola, Managua, Nicaragua, junio 2009
7. Faiguenbaum, & Mouat. (2015). *Manual de fríjol. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial*. Obtenido de Cámara de Comercio de Bogotá: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14313/Frijol.pdf?sequence=1>
8. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas-Fenalce. (2017). *Indicadores Cerealistas*. Obtenido de <http://www.fenalce.org/archivos/Indicadorcerealista2017.pdf>
9. ICA. (2017). *Resolución 6630 de 2017*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/143133bc-a611-48d9-88e6-6e8892e69a57/2017R6630.aspx>

10. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2015). *Resolución 3168 del ICA de 2015*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/4e8c3698-8fcb-4e42-80e7-a6c7acde9bf8/2015R3168.aspx>
11. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2015). *Resolución número 003593 de 2015*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/a6a72675-e009-42f7-8c25-89b406e494d9/2015R3593.aspx>
12. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF. (2018). *Resolución 29064 de 2018*. Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_29064_2018.htm
13. Lex Base. (2010). *Ley 1377 de 2010 - Colombia*. Obtenido de <https://lexbase.co/lexdocs/indice/2010/l1377de2010#:~:text=Ley%201377%20de%202010%20-%20Colombia,Sentencia%20C-685%20de%202011>.
14. Ministerio de Agricultura. (2003). *Ley 811 de 2003*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20%20811%20de%202003.pdf>
15. Ministerio de Agricultura. (2007). *Resolución número 00224 de 2007*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000224%20de%202007.pdf>
16. Ministerio de Agricultura. (2012). *Resolución número 000480 de 2012*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000480%20de%202012.pdf>
17. Ministerio de agricultura. (2014). *Resolución número 000183 de 2014*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000183%20de%202014.pdf>
18. Ministerio de Agricultura. (2017). *Resolución número 000464 de 2017*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000464%20de%202017.pdf>

19. Ministerio de Agricultura. (2019). *Fríjol. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*.
20. Morales-Morales, E., Morales-Rosales, E., Diaz-López, E., Cruz-Luna, J., Medina-Arias, N., & Guerrero-De la Cruz, M. (2015). Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta. *Agrociencia vol.49 no.2 Texcoco*, 163-176.
21. Núñez, E., & Rosa, C. (2012). *Efecto de la defoliación manual y herbicidas como madurantes fisiológicos en el rendimiento del frijol Phaseolus vulgaris variedad DEORHO*. Zamorano, Honduras.
22. Pratisoli, D., Schmildt, E., Reis, E., & Thuler, R. (2001). Influencia de la defoliación simulada en el rendimiento y otras características agronómicas del frijol común. *Revista Ceres, Viçosa, v.48*, 17-24.
23. Restrepo, Martínez, & Carmona. (2007). Buenas prácticas Agrícolas en la producción de fríjol voluble. *Manual técnico*, 168.
24. Rios, B., & Quiros, D. (2002). *El frijol (Phaseolus vulgaris L.) Cultivo, Beneficio y Variedades*. Convenio Fenalce.
25. Schmildt1, O., Oliveira, V., Pratisoli, D., Teixeira do Amaral, J., Czepak, M., Nascimento, A., & Romais Schmildt, E. (2019). Artificial Defoliation to Simulate Losses on Production of Bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goytacazes). *Agricultural Sciences > Vol.10 No.8*.
26. Tartabull, G. (2018). *Caracterización agroproductiva y entomofauna asociada a cuatro cultivares de frijol común*. Santa Clara, Cuba.
27. Tartarin, B., Barros, W., & Souza, L. (2016). Major Pests in Common Bean Crop. *Revista Conexo Eletrônica. 13*, 1-18.
28. Universidad de Pamplona. (2005). *Reglamento Estudiantil*. Pamplona, Norte de Santander.

29. Universidad de Pamplona. (2011). *Descripción del municipio de Pamplona*. Obtenido de <https://www.unipamplona.edu.co/cenpae/censo/DESCRIPCION.htm>.

10. Anexos

Anexo 1.Formato para toma de datos de datos de componentes primarios y secundarios.

FECHA	ALTURA	DIAMETRO	DE PLANT.	# DE FLOR	# DE VAINAS	# DE RAMAS
15/10/2022	10,5 CM	2,53 ML	1	0	0	1
	11,9 CM	2,80 ML	2			
	10,5 CM	2,69 ML	3			
22/10/2022	12,5 CM	2,79 ML	1	0	0	1
	14 CM	2,81 ML	2			
	14,5 CM	3,78 ML	3			
29/10/2022	17,5 CM	3,59 ML	1	0	0	1
	15,5 CM	3,95 ML	2			
	18,3 CM	3,92 ML	3			
5/11/2022	22 CM	3,90 ML	1	0	0	1
	17,5 CM	4,11 ML	2			
	20,5 CM	4,15 ML	3			
DESFOLIACIÓN ANTES DE FLORACIÓN						
12/11/2022	26 CM	4,5 ML	1	BOTONES FLORALES	0	2
	20 CM	4,16 ML	2	1BOTON FLORAL		
	23 CM	4,20 ML	3	1BOTON FLORAL		
19/11/2022	36 CM	4,15 ML	1	7FLORES	0	2
	29 CM	4,22 ML	2	2 FLORES		
	40 CM	4,25 ML	3	2 FLORES		
DESFOLIACIÓN EN PRODUCCIÓN						
24/11/2022	46 CM	4,20 ML	1	9	4	4
	34,5 CM	4,32 ML	2	3	5	
	43 CM	4,54 ML	3	3	1	
6/12/2022	49 CM	3,39 ML	1	2	5	4
	41 CM	3,40 ML	2	0	8	
	48 CM	3,18 ML	3	2	9	

Fuente: Propia.

Anexo 2.Formato de Toma de datos de Peso por Vainas.

TESTIGO (cosecha)						
VAINA	PLANTA 1		PLANTA 2		PLANTA 3	
	Largo (centímetros)	Peso (gramos)	Largo (centímetros)	Peso (gramos)	Largo (centímetros)	Peso (gramos)
1	69,97mm	0gr	50,10mm	5gr	99,34mm	4gr
2	96,70mm	3gr	34,13mm	0gr	70,20mm	0gr
3	77,23mm	0gr	80,29mm	0gr	74,20mm	0gr
4	25,59mm	0gr	25,15mm	0gr	37,74mm	0gr
5	116,11mm	6gr	109,15mm	4gr	774,68mm	4gr
6	99,87mm	3gr	94,36mm	3gr	7,60mm	0gr
7	81,49mm	0gr	78,52mm	0gr	7,51mm	0gr
8	66,23mm	0gr	27,73mm	0gr	116,74mm	4gr
9	36,26mm	0gr	35,42mm	0gr	49,28mm	0gr
10	118,69mm	7gr	89,90mm	0gr	91,75mm	0gr
11	30,02mm	0gr	720,60mm	6gr	87,26mm	4gr
12	69,55mm	0gr	36,08mm	0gr	28,74mm	0gr
13	108,99mm	0gr	64,62mm	0gr	63,44mm	0gr
14			83,84mm	0gr		
15			99,34mm	0gr		
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
	Peso fresco total	Peso Seco total	Peso fresco total	Peso Seco total	Peso Fresco total	Peso Seco total
	20gr		23gr		20gr	

Fuente: Propia

Anexo 3. Análisis de Varianza de las variables evaluadas.

ANOVA								
				Suma de		Media		
				cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Altura	Entre grupos	(Combinado)		316,678	6	52,780	3,221	0,053
		Término lineal	Contraste	109,258	1	109,258	6,668	0,022
			Desviación	207,420	5	41,484	2,532	0,078
	Dentro de grupos			229,380	14	16,384		
	Total			546,058	20			
Diámetro	Entre grupos	(Combinado)		0,479	6	0,080	0,924	0,507
		Término lineal	Contraste	0,063	1	0,063	0,729	0,408
			Desviación	0,416	5	0,083	0,963	0,473
	Dentro de grupos			1,210	14	0,086		
	Total			1,689	20			
Ramas	Entre grupos	(Combinado)		0,136	6	0,023	1,662	0,203
		Término lineal	Contraste	0,079	1	0,079	5,827	0,030
			Desviación	0,056	5	0,011	0,830	0,550
	Dentro de grupos			0,190	14	0,014		
	Total			0,326	20			
Flores	Entre grupos	(Combinado)		6,309	6	1,051	106,110	0,000
		Término lineal	Contraste	2,559	1	2,559	258,188	0,000
			Desviación	3,750	5	0,750	75,694	0,000
	Dentro de grupos			0,139	14	0,010		
	Total			6,448	20			
Vainas	Entre grupos	(Combinado)		1,506	6	0,251	5,085	0,006
		Término lineal	Contraste	1,308	1	1,308	26,486	0,000
			Desviación	0,199	5	0,040	0,805	0,564
	Dentro de grupos			0,691	14	0,049		
	Total			2,197	20			
Área foliar	Entre grupos	(Combinado)		44415,007	6	7402,501	8,732	0,000
		Término lineal	Contraste	38867,408	1	38867,408	45,848	0,000
			Desviación	5547,599	5	1109,520	1,309	0,316
	Dentro de grupos			11868,426	14	847,745		
	Total			56283,433	20			
Peso fresco	Entre grupos	(Combinado)		52,952	6	8,825	0,913	0,514
		Término lineal	Contraste	0,048	1	0,048	0,005	0,945
			Desviación	52,905	5	10,581	1,095	0,406
	Dentro de grupos			135,333	14	9,667		
	Total			188,286	20			
Peso seco	Entre grupos	(Combinado)		2,284	6	0,381	0,706	0,650
			Contraste	1,605	1	1,605	2,976	0,107

	Término lineal	Desviación	0,679	5	0,136	0,252	0,932
	Dentro de grupos		7,550	14	0,539		
	Total		9,834	20			

Anexo 4. Prueba de Duncan para altura de plantas.

ALTURA			
		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	2
Duncan ^a	2	3	39,333
	1	3	48,667
	3	3	49,000
	6	3	49,667
	4	3	50,467
	5	3	50,667
	7	3	51,867
	Sig.	1,000	0,398

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 5. Prueba de Duncan para diametro de tallos de plantas.

DIAMETRO			
		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	
Duncan ^a	2	3	4,3000
	7	3	4,5700
	3	3	4,6067
	4	3	4,6867
	1	3	4,6900
	5	3	4,7400
	6	3	4,7967
	Sig.	0,086	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 6.Prueba de Duncan para número de ramas de plantas.

RAMAS			Subconjunto para alfa = 0.05
Tratamiento		N	1
Duncan ^a	2	3	2,5833
	4	3	2,5833
	3	3	2,6433
	1	3	2,6500
	5	3	2,7700
	6	3	2,7700
	7	3	2,7700
	Sig.		0,102

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 7.Prueba de Duncan para número de Flores de plantas.

FLORES					Subconjunto para alfa = 0.05
Tratamiento		N	1	2	
Duncan ^a	2	3	1,0000		
	4	3	1,0000		
	5	3	1,0000		
	6	3	1,0000		
	7	3	1,0000		
	3	3	1,1367		
	1	3		2,5833	
	Sig.		0,153	1,000	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 8. Prueba de Duncan para número de vainas de plantas.

VAINAS						
Subconjunto para alfa = 0.05						
Tratamiento		N	1	2	3	4
Duncan ^a	7	3	2,2767			
	5	3	2,4500			
	4	3	2,5167	2,5167		
	6	3	2,5767	2,5767	2,5767	
	3	3		2,8867	2,8867	2,8867
	2	3			2,9400	2,9400
	1	3				3,0533
	Sig.		0,148	0,072	0,077	0,398

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 9. Prueba de Duncan para área foliar de plantas.

ÁREA FOLIAR						
Subconjunto para alfa = 0.05						
Tratamiento		N	1	2	3	4
Duncan ^a	7	3	68,60			
	5	3	83,99	83,99		
	6	3	88,81	88,81		
	4	3	89,45	89,45		
	3	3		135,52	135,52	
	2	3			180,87	180,87
	1	3				190,81
	Sig.		0,432	0,064	0,077	0,682

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 10.Prueba de Duncan para peso fresco de vainas de plantas.

PESO FRESCO		
		Subconjunto para alfa = 0.05
Tratamiento	N	1
Duncan ^a 2	3	8,33
5	3	8,67
4	3	9,00
3	3	10,33
6	3	11,33
7	3	11,33
1	3	13,00
Sig.		0,123

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 11.Prueba de Duncan para peso seco de vainas de plantas.

PESO SECO		
		Subconjunto para alfa = 0.05
Tratamiento	N	1
Duncan ^a 7	3	1,8033
3	3	2,3033
6	3	2,3467
4	3	2,4700
5	3	2,5300
1	3	2,8400
2	3	2,8400
Sig.		0,145

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.