

EVALUACION DE TRES GENOTIPOS DE HABICHUELA (*Phaseolus vulgaris* L.)
TIPO VOLUBLE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA GRANJA LA
ESPERANZA

CAMILA RAMIREZ OSPINA
ZULMA ROCIO RODRIGUEZ ALVARADO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
FUSAGASUGA
2015

EVALUACION DE TRES GENOTIPOS DE HABICHUELA (*Phaseolus vulgaris*)
TIPO VOLUBLE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA GRANJA LA
ESPERANZA

Trabajo de grado, Opción investigación como
Requisito para la obtención
Del título de Ingeniero Agrónomo

CAMILA RAMIREZ OSPINA
ZULMA ROCIO RODRIGUEZ ALVARADO

Director:
I.A LAURA ROCIO FONSECA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGA
2015

DEDICATORIA

A mi Mamá y mi Papá por su constante apoyo, amor, y sacrificio, a Dios por las incontables bendiciones entre ellas poder culminar esta etapa de mi vida y el desarrollo de esta investigación.

CAMILA RAMIREZ OSPINA

*Gracias a mis padres, a ellos por ser mi todo, mi apoyo, mi resguardo, mi fortaleza, a mis hermanos y a todos aquellos que formaron parte de este proceso, su apoyo incondicional y su amor permitieron una vez más que cumpliera cada una de mis metas.
A Dios, mi guía en todo momento, que sin él no hubiese sido posible seguir este proceso.
Al universo por permitir vivir esta vida.*

ZULMA ROCIO RODRIGUEZ ALVARADO

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE FIGURAS	
RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL	4
3.1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
4.MARCO REFERENCIAL	5
4.1 Aspectos Agroecologicos	5
4.2 Clasificación Taxonomica	5
4.3. Descripción de la Planta	5
4.4. Fenología	6
4.5. Requerimientos.....	7
4.5.1Clima y Suelo.....	7
4.5.2 Riegos.....	7
4.5.3 Control de Malezas	8
4.5.4 Control de Plagas	9
4.5.4.1 Lorito Verde.....	9
4.5.4.2 Perforador de la Vaina.....	9
4.5.4.3 Araña Roja.....	9
4.5.4.4.Chinche de Encaje.....	10
4.5.4.5 Mosca Blanca	10
4.5.5 Enfermedades	10
4.5.5.1 Antracnosis	10
4.5.5.2 Roya.....	10
4.5.5.3 Mildew Polvoso	11
4.5.5.4 Marchitamiento por Fusarium.....	11
4.6 Produccion en Invernadero.....	11
4.7 Factores Ambientales	13
4.7.1 Temperatura para etapas fenológicas de Habichuela	13
4.7.2. La Humedad Optima	13
4.7.3 Riego en Invernadero.....	14
4.8 Genotipos	14
5. Materiales y Metodos	15
5.1 Materiales	15
5.2. Metodología.....	15

5.3. Parámetros Evaluados.....	17
5.3.1 Numero de Vainas por Planta.....	17
5.3.2 Numero de Semillas por Planta.....	17
5.3.3 Longitud de Vaina.....	17
5.3.4. Presencia de Fibra.....	17
5.3.5. Rendimiento.....	18
5.4. Respuesta a Enfermedades.....	18
5.4.1 Incidencia de Mildew Polvoso.....	18
5.4.2 Severidad de Mildew Polvoso	18
5.4.3 Incidencia de Antracnosis.....	19
5.4.4 Severidad de Antracnosis.....	19
5.5 Diseño Estadístico.....	20
6. Resultados y Discusión.....	21
6.1 Características Agronomicas.....	21
6.1.1 Numero de Vainas por Planta	22
6.1.3 Rendimiento.....	23
6.2 Enfermedades.....	24
6.3 Evaluación de Calidad.....	26
6.3.1 Longitud de Vainas	27
6.3.2 Presencia de Fibra de Vainas.....	28
6.3.3 Otras Variables.....	29
7. Conclusiones.....	30
8. Recomendaciones.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32
ANEXOS 1.....	36
ANEXOS 2.....	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Etapas fenológicas para habichuela <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	6
Tabla 2. Temperatura para el desarrollo de la Habichuela.....	13
Tabla 3. Caracterización de tres genotipos de habichuela (<i>P. Vulgaris</i> L).....	14
Tabla 4. . Características agroecológicas en la granja La Esperanza, vereda Guavio bajo (Fusagasuga).....	15
Tabla 5. Escala utilizada para evaluar el nivel de daño por Mildeo Polvoso.....	18
Tabla 6. Escala utilizada para evaluar el nivel de daño por Antracnosis.....	19
Tabla 7. Promedio de características agronómicas de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza, 2014 segundo semestre.....	21
Tabla 8: Estado fitosanitario ensayo, de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza, 2014 segundo semestre.....	25
Tabla 9. Características de calidad de tres Genotipos de habichuela, bajo invernadero 2014.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Establecimiento del ensayo bajo invernadero.....	41
Figura 2. Instalación de sistema de riego por goteo.....	41
Figura 3. Germinación del cultivo de habichuela <i>Phaseolus vulgaris L</i>	42
Figura 4. Tutorado inicial para cultivo de habichuela bajo invernadero.....	42
Figura 5. Amarre total de la plantas de habichuela <i>P. vulgaris L</i>	43
Figura 6. Desarrollo de zarcillos.....	43
Figura 7. Presencia inicial de Mildeo Polvoso en el cultivo de habichuela <i>P. vulgaris L</i>	44
Figura 8. Envés de hoja de habichuela libre de la presencia de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	44
Figura 9. Inicio de la Floración del cultivo. Botón Floral.....	45
Figura 10. Cultivo en plena floración.....	45
Figura 11. Formación de vainas.....	46
Figura 12. Llenado de vainas.....	46
Figura 13. Fuerte desarrollo de la enfermedad Mildeo Polvoso en el cultivo.....	47
Figura 14. Vaina de habichuela <i>P. Vulgaris L</i> completamente desarrollada.....	47
Figura 15. Vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar LE-138.....	48
Figura 16. Vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar LE-140.....	48
Figura 17. Vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar Blue Lake.....	49
Figura 18. Semillas de habichuela cosechadas.....	49
Figura 19. Longitud de la vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar LE-138.....	50
Figura 20. Longitud de la vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar LE-140.....	50
Figura 21. Longitud de la vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar Blue Lake...51	51
Figura 22. Presencia de fibra en vaina de habichuela <i>P. vulgaris L</i> , cultivar LE-140.....	51
Figura 23. Plano de Campo. Invernadero de la Granja La Esperanza.....	16
Figura 24. Número de vainas por planta.....	22
Figura 25: Número de semillas por vaina.....	23
Figura 26: Promedio de rendimiento en Kg/Ha de tres genotipos de Habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre.....	24
Figura 27: Longitud de vaina de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre....	28

RESUMEN

El cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) Es una de las principales actividades de los productores de la región del Sumapaz, especialmente en los municipios de Fusagasugá, Arbeláez, Pasca, Tibacuy, San Bernardo y Venecia con una producción anual que alcanza las 12.000 toneladas. La producción no es rentable para el agricultor, que en ocasiones no alcanza a recuperar su inversión, debido a muchos problemas en el cultivo como el empleo de un solo cultivar (Blue Lake), la falta de rotación de cultivos y por problemas fitosanitarios especialmente antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y presencia de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Se realizó la evaluación de tres materiales de habichuela tipo voluble (*Phaseolus vulgaris*) correspondiendo a los genotipos LE-138 Y LE-140 y el cultivar Blue Lake como testigo comercial. El ensayo se realizó en el invernadero de la Granja la Esperanza, verada Guavio Bajo Fusagasugá Cundinamarca, utilizando un diseño experimental de BCA con tres repeticiones en las cuales se evaluaron las siguientes características: días a floración, días a cosecha, vigor, Fibra, color, curvatura y rendimiento de vaina verde por parcela y presencia de plagas y enfermedades.

De los resultados que se obtuvieron se puede resaltar que el genotipo LE-138 mostro una mejor adaptación en las características número de vainas por planta, tolerancia a enfermedades; mildew polvoso y antracnosis. A nivel agronómico fue el material que mostró mejor comportamiento bajo las condiciones que se tenían en invernadero, evidenciado en el rendimiento y características de las vainas.

Palabras Claves: *Phaseolus vulgaris* L., Genotipo, rendimiento, tolerancia, resistencia, invernadero.

SUMMARY

The cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the main activities of the producers of the Sumapaz region, especially in the municipalities of Fusagasuga, Arbelaez, Pasca, Tibacuy, San Bernardo and Venecia with an annual production reaches 12,000 tons. The production is not profitable for the farmer, which sometimes fails to recover its investment, due to many problems in the culture and the use of a single cultivar (Blue Lake), lack of crop rotation and plant health problems especially anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) and presence of whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*).

The evaluation of three materials fickle type bean (*Phaseolus vulgaris*) corresponding to the LE-138 and LE-140 genotypes and cultivar Blue Lake as commercial control was performed. . The trial was conducted in the greenhouse of the Farm la Esperanza, vereda Guavio in Fusagasugá- Cundinamarca, using a BCA experimental design with three replications in which the following characteristics were evaluated: days to germination, days to flowering, days to harvest, vigor Fiber, color, curvature and green pod yield per plot and presence of pests and diseases.

From the results they obtained it is evidenced that the LE-138 genotype showed a better adaptation to the characteristics number of pods per plant, disease tolerance; powdery mildew and anthracnose. An agronomic was the material showed better performance under the conditions in greenhouses was evidenced in the performance and characteristics of the pods.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genotype, yield, tolerance, endurance, greenhouse.

INTRODUCCION

Las habichuelas, *Phaseolus Vulgaris* L., comprenden un grupo del frijol común, cuyas vainas y semillas inmaduras se consumen como hortaliza verde. La clasificación se basa en las características de la vaina y en el tipo de planta que se puede asociar con la facilidad del proceso de mecanización para la cosecha. La mayor parte de los países tropicales y subtropicales producen habichuela para el mercado fresco (Beaver, 2003): En Colombia se produce tradicionalmente el cultivar de "Blue Lake" que ocupa el 90 % del área sembrada (Ramírez y Dessert, 1984), (Federación Nacional de Cafeteros, 1989).

La habichuela (*P. Vulgaris* L.) es uno de los cultivos transitorios tradicionales en la región andina, se le cultiva en zona fría moderada, por encima de la zona cafetera, las zonas de producción de habichuela están localizadas en altitudes que van desde los 800 hasta los 2.500 metros de altura que corresponden a promedios de temperaturas entre 25 y 16°C respectivamente. (Reina, 1998).

La región del Sumapaz es una de las regiones con mayor producción de habichuela (*Phaseolus Vulgaris* L.), en Colombia. En esta y como en muchas zonas del país los agricultores son muy arraigados en la forma de producción de este cultivo donde muchas de las técnicas de estos son aprendidas de forma empírica así mismo como en la apropiación de una determinada semilla. (Jaramillo y Lobo, 1992).

Desde 2008 la oficina de investigación universitaria de la Universidad de Cundinamarca, está seleccionando unos genotipos de habichuela (*P. Vulgaris* L.) tipo voluble para la región del Sumapaz. Los genotipos LE 138 y LE 140 han mostrado en más de 15 ensayos de evaluación agronómica muy buenas características como rendimiento de vaina verde, tolerancia a enfermedades y buena calidad de vaina.

Como en algunas zonas del Sumapaz algunos productores siembran tomate en condiciones semicontroladas, con buenos resultados económicos y para

aprovechar esa infraestructura y dar una opción de cultivos de rotación se implementó un ensayo de evaluación de los genotipos LE 138 y LE 140 en comparación con un testigo comercial Blue Lake, en condiciones semicontroladas (invernadero).

No se han reportado estudios de siembra de habichuela bajo invernadero en Colombia, donde este cultivo se siembra en campo abierto.

Una de las características de la siembra de cualquier cultivo bajo condiciones de invernadero es la humedad relativa del aire, la cual es del 60% al 65% durante la primera fase del cultivo, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%. La habichuela es una planta de día corto, aunque bajo las condiciones de invernadero no se ve afectada por la duración del día siempre y cuando las condiciones de humedad relativa permanezcan óptimas para su desarrollo (Ministerio de Agricultura. 2013)

2. JUSTIFICACION

En la región del Sumapaz el cultivar Blue Lake se siembra hace más de 40 años y presenta muchos problemas fitosanitarios como la presencia de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), bajos rendimientos y altos costos de producción, donde solo tiene como característica sobresaliente su calidad de vaina, que le ha ocasionado reconocimiento y amplia demanda en los mercados del Departamento de Cundinamarca. Las aplicaciones indiscriminadas de productos de síntesis química han disminuido los rendimientos y han destruido la fauna benéfica, dado que estos productos en su mayoría no son selectivos. Y también se han reportado casos de contaminación de la habichuela por mala implementación del uso de dichos productos. Velásquez y Prada (1992).

Para evitar los problemas de contaminación y los altos costos de producción de Blue lake se hace necesario implementar el uso de nuevos cultivares que presenten, buena calidad de vaina, buenos rendimientos de vaina verde y tolerancia a las plagas y enfermedades de común ocurrencia en la zona como mosca blanca, antracnosis y mildew polvoso.

Teniendo en cuenta que los Genotipos LE 138 y LE 140 han mostrados después de muchos ciclos de selección mejores rendimientos de vaina verde, tolerancia a plagas y enfermedades en la región del Sumapaz, es importante explorar una alternativa que puede ser más productiva como es el cultivo de habichuela en condiciones semicontroladas.

De acuerdo con las condiciones ambientales más controladas que se presentan en el invernadero, es necesario evaluar los genotipos frente un testigo comercial y explorar las alternativas económicas, de esta actividad.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres materiales de habichuela (*Phaseolus vulgaris L.*) tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la granja la Esperanza de la Universidad de Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Estimar la tolerancia a insectos plagas de los materiales LE-138, LE-140, Blue Lake.

3.2.2 Evaluar el comportamiento de los materiales ante la presencia de enfermedades especialmente antracnosis y mildew polvoso.

3.2.3 Establecer calidad y rendimiento de vainas producidas por cada uno de los cultivares.

3.2.4 Estimar la adaptación de los materiales a las condiciones ambientales de invernadero.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Aspectos Agroecológicos

En Colombia las zonas de producción de habichuela están localizadas en altitudes que van desde los 800 hasta los 2.500 m.s.n.m con promedios de temperaturas entre 25 y 16°C respectivamente. Generalmente el cultivo de habichuela se desarrolla adecuadamente en clima templado, cálido, no tolera heladas y las temperaturas por encima de 28°C, afectan su floración. Las condiciones aptas de suelo van desde textura liviana hasta pesada, con buena fertilidad y drenaje; ya que la planta es muy susceptible a los encharcamientos. Los pH más favorables oscilan entre 6,0 y 7,0. (Agudelo, 1988).

4.2 Clasificación taxonómica

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L

.Nombre común: habichuela, judía, frijol poroto

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *P. vulgaris*

4.3 Descripción de la planta

La habichuela es una planta anual, con sistema radicular bien desarrollado y de crecimiento muy rápido y penetrante (hasta 140 cm). Se compone de una raíz principal con muchas raíces secundarias localizadas en la parte superior. Posee tallos delgados, débiles, angulosos, de sección cuadrangular y de altura variable, las hojas son grandes generalmente de forma cuadrangular o triangular, dependiendo de la variedad. Las flores son de color blanco reunidas en racimos en número de 2 a 8 que están insertos en las hojas, sus vainas más o menos larga

colgantes, con formas diversas según las variedades pueden acabar en punta afilada o roma. La semilla es de forma oblonga, ovalada o reniforme, según la relación longitud/ ancho. El número de semillas por vaina oscila entre 5 a 12. (Saladín, 1995).

4.4 Fenología

Las observaciones fenológicas en la agricultura son de suma importancia, ya que el conocimiento de las necesidades climáticas de una especie vegetal permite una mejor elección del tipo de producción a implementar en una zona o región.

En la tabla 1 se aprecian las etapas fenológicas de un material de habichuela tipo voluble, descritas por Saliceti (2005.)

TABLA 1. Etapas fenológicas para habichuela *Phaseolus vulgaris* L.

VEGETATIVA	V₀	Germinación	
	V₁	Emergencia	El 50% de los cotiledones de las plantas aparecen en la superficie del suelo
	V₂	5^{ta} hoja trifoliada	La quinta hoja trifoliada del 50% de las plantas esta desplegada
	V₃	Inicio de zarcillos	El 50% de las plantas presentas al menos un zarcillo o guia
REPRODUCTIVA	R₄	Inicio de floración	Comienzan a aparecer las primeras flores en el 50%
	R₅	Formacion de las vainas	Al marchitarse la corola, el 50% de las plantas muestran por lo menos una vaina

	R₆	Llenado de las vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas
	R₇	Cosecha	Cuando el 75% de las plantas presenta vainas óptimas para la cosecha

Fuente: Saliceti, 2005.

4.5 REQUERIMIENTOS

4.5.1 Clima y Suelo

En Colombia las zonas de producción de habichuela están localizadas en altitudes que van desde los 800 hasta los 2.300 m.s.n.m con promedios de temperaturas entre 25 y 16°C respectivamente. Generalmente el cultivo de habichuela se desarrolla adecuadamente en clima templado, cálido, no tolera heladas, temperaturas superiores a 25°C afectan su floración. Las condiciones aptas de suelo van desde textura liviana hasta pesada, con buena fertilidad y drenaje; ya que la planta es muy susceptible a los encharcamientos. Los pH más favorables oscilan entre 6,0 y 7,0. (Agudelo, 1988).

4.5.2 Riegos

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por falta de agua. En contraste con lo anterior, las zonas donde se siembra frijol en Colombia corresponden a los pisos altitudinales pre-montano (1.000 a 2.000 msnm) y montano bajo (2.000 a 3.000 msnm), con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual, y en el caso de las tierras cafeteras y del clima frío moderado, son superiores a los 1.000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Estudios realizados para medir el consumo de agua del frijol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido

determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas. (Ríos, 2002).

4.5.3 Control de Malezas

Se estima que en el cultivo del frijol, las arvenses, comúnmente llamadas malezas, pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97% en los rendimientos. Además de la reducción cuantitativa, las arvenses llegan a afectar cualitativamente la producción al depreciar la calidad del frijol por contaminación con semillas de otras especies y por residuos de plantas. Las arvenses compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz y CO₂, y pueden, en determinados casos, ejercer una inhibición química (alelopatía) sobre el desarrollo de los cultivos. (Córdoba y Casas, 2003).

Existen varios métodos para el manejo de arvenses, por lo tanto, no es aconsejable el uso de uno solo, pero sí la combinación de algunos de ellos. El manejo integrado puede ser efectuado mediante el uso de varios métodos, entre los cuales sobresalen los preventivos, culturales, mecánicos, biológicos y químicos

Dentro de las alternativas de control de arvenses, se destaca el control químico siendo un complemento de las prácticas culturales y se le considera el último eslabón del manejo integral de las malezas. Su empleo debe estar sujeto al costo comparado con los beneficios que aporta. (Córdoba *et al*, 2005).

Se conocen herbicidas apropiados para su aplicación en frijol, desde la etapa de preparación del suelo hasta las etapas de desarrollo del cultivo. De acuerdo con estos criterios, los herbicidas se clasifican como pre-emergentes y pos emergentes, y según el tipo de arvense que controlan los hay para malezas de hoja angosta y otros para malezas de hoja ancha, entre los cuales hay selectivos y no selectivos a frijol. Los productos que se utilizan en pos emergencia, de acuerdo con la forma como actúan sobre las plantas arvenses, pueden ser de contacto y sistémicos. En caso de utilizar herbicidas, hacerlo con productos de categorías toxicológicas III y IV. (Córdoba *et al*, 2005).

4.5.4 Control de Plagas

4.5.4.1 Lorito verde *Empoasca krameri*: El daños es ocasionado tanto por las ninfas como por los adultos, parece ser de orden físico principalmente. La penetración del estilete en el tejido foliar causa la desorganización y granulación de los plástidos celulares y la obstrucción de los haces vasculares. Las plantas de las variedades altamente susceptibles muestran reducción en el número de vainas y una deformación de las mismas. Los ataques durante las etapas de floración y formación de vainas afectan a los componentes de rendimiento de la planta. Las medidas de control cultural más eficientes actualmente son la época de siembra que coincida con los periodos lluviosos de cada región. (CIAT. 1989)

4.5.4.2 Perforador de la vaina *Heliothis virescens*: Este insecto hace daño como larva y es conocido como perforador de la vaina. Afecta las yemas terminales e induce la emisión de nuevos brotes, y puede ocasionar también daños y abortos en flores. Las yemas afectadas por el insecto se deforman y las vainas se pudren por la acción de organismos secundarios (Guarín, 2003).

Como control biológico se recomienda la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, finalmente como control químico en las primeras etapas del cultivo se recomienda el uso de insecticidas de acción estomacal. (Bueno y Cardona, 2004).

4.5.4.3 Araña roja *Tetranychus sp*: Ataca preferentemente en épocas secas, colocándose gran número de colonias por el envés de las hojas, como consecuencia del ataque, las hojas toman una coloración amarillo- rojiza, doblándose sus bordes hacia abajo. Al analizar las hojas cuidadosamente se observa que están opacas como sucias. Como medidas preventivas/ culturales se hace una eliminación de malezas, se debe tratar las estructuras y el suelo antes de realizar una nueva plantación en invernaderos con antecedentes de la plaga, evitar dispersiones mediante operaciones culturales y realizar una detección precoz de los focos. (Reina y Bernal. 1998).

4.5.4.4 Chinche de Encaje *Gargaphia sanchezi* El chinche de encaje es otro insecto chupador que puede ser dañino para el frijol, especialmente cuando no se practica la rotación con otro cultivo. Las poblaciones del insecto suelen ser muy altas en el envés de las hojas, donde la hembra adulta pone los huevos unidos entre sí. Después de unos pocos días éstos eclosionan y aparecen las ninfas, las cuales viven juntas hasta transformarse en adultos, ya en este estado infestan otras plantas. (Schoonhoven, A. 1982)

4.5.4.5 Mosca blanca *T. vaporariorum* Ataca cerca de 250 especies de plantas diferentes. Entre los principales hospederos están habichuela y frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), pepino (*Cucumis sativus*), pimentón (*Capsicum annum*), zapallo (*Cucúrbita máxima*), berenjena (*Solanum melongena*), papa (*Solanum tuberosum*) y algodón (*Gossypium hirsutum*). Los adultos y las ninfas de *T. vaporariorum* causan daños directos cuando se alimentan chupando la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción. (Cardona et al. 2005)

4.5.5 Enfermedades

4.5.5.1 Antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum*: la infección y diseminación del hongo se ve favorecida en zonas con bajas temperaturas, alta humedad relativa y lluvias moderadas pero frecuentes. Éste puede afectar cualquier parte de la planta, los síntomas iniciales se manifiestan como pequeñas lesiones de color café oscuro o negro. (Reina y Bernal.1998). Bajo el concepto de control cultural se tiene que se deben hacer rotaciones de habichuela con otros cultivos no hospedantes de esta enfermedad, por periodos de dos a tres años para reducir en nivel de inóculo, la eliminación de los residuos de cosecha puede reducir la fuente de inóculo y usar semilla que no esté contaminada por la enfermedad es decir, certificada. (UTM.2009)

4.5.5.2 Roya *Uromyces phaseoli*: Puede afectar muchas especies de *Phaseolus*. Condiciones de alta humedad relativa y temperaturas de 17 a 27 °C favorecen la

infección. Ésta puede afectar hojas, tallos y vainas. La infección inicial ocurre en la hoja (haz o envés) en forma de manchas diminutas, blanquecinas levemente levantadas. Al madurar estas manchas forman pústulas pardo-rojizas cubiertas de un polvillo rojizo. En ataques muy severos puede inducir defoliación. (Reina y Bernal. 1998)

4.5.5.3 Mildew Polvoso *Oidium sp*: Se presenta un mosaico y deformación de hojas localizadas en ramas jóvenes. Por el envés de las hojas y tallos se presenta polvillo de color blancuzco. Se puede controlar con podas, productos a base de azufre y no aplicar con excesiva radiación solar. (Fredy, 2011)

4.5.5.4 Marchitamiento por *Fusarium sp*: Entre los principales agentes causales de enfermedades en la habichuela, se encuentra el género *Fusarium*, ocasionando pérdidas considerables al disminuir las poblaciones, el crecimiento y la producción de las plantas infectadas en las pudriciones de la raíz en habichuela, como en otros cultivos, los síntomas se manifiestan en las plantas jóvenes, las cuales muestran al principio una mancha ligeramente rojiza, que más tarde adquieren una tonalidad rojo oscuro pardo y que se extiende hasta cubrir más o menos la raíz principal y la porción del tallo, que se encuentra por debajo de la superficie del suelo (Agrios, 1988).

4.6. PRODUCCIÓN EN INVERNADERO:

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera adecuada a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos bajo invernadero, representa el paso de una producción extensiva a una producción intensiva. El invernadero es una estructura, en la que las partes correspondientes a las paredes

y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo y otras más sofisticadas con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otras. (Jaramillo *et al.* 2006).

En siembras bajo condiciones semicontroladas (invernadero) se deben sembrar variedades de habichuela de crecimiento indeterminado por sus altos rendimientos, siendo las más cotizadas las variedades verdes sobre todo las redondas y sin hebras. Se debe poner especial atención a las siguientes características: productividad, precocidad, resistencia a enfermedades, ausencia total o parcial de hebras, retraso en la formación de las semillas y vainas erectas, largas y extrafinas. Una de las ventajas principales que ofrecen los cultivos protegidos es la capacidad que confieren al usuario de modificar a conveniencia determinadas condiciones climáticas y contrarrestar los efectos negativos derivados del medio ambiente en forma de precipitación, vientos o plagas. Los rendimientos en invernadero o malla sombra son superiores a los obtenidos al aire libre, puesto que la planta trabaja en ambientes más húmedos donde las temperaturas fluctúan con moderación, las corrientes de aire son más débiles y la incidencia de plagas es menor que en ambientes descubiertos. (Torres, 2006).

Por otro lado cultivando bajo invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. Además, admite una programación entre la producción y el mercado, permitiendo cumplir oportunamente con los requerimientos del mercado local y de exportación, extendiendo los periodos de producción y mercadeo, logrando así un aprovisionamiento continuo del producto. Dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma, tamaño y madurez, más gustosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo. (Jaramillo *et al.* 2006).

4.7 FACTORES AMBIENTALES PARA LA PRODUCCION

4.7.1 En la tabla 2 se presentan los rangos de temperatura para las etapas fenológicas de la habichuela.

Tabla 2. Temperatura para el desarrollo de la habichuela.

	Temperaturas		
	Mínima	Óptima	Maxima
Germinación	10°C		15-25°C
Desarrollo Cultivo	10-15°C	20-25°C	30°C
Floración	10-15°C	15-25°C	30°C
Temperatura letal	-1°C		
Temperatura biológica	35°C		
Temperatura por la noche para desarrollo vegetativo		15-18°C	
Temperatura durante el día para desarrollo vegetativo		20-25°C	
Temperatura del suelo para la germinación		15-20°C	
Temperatura para la polinización		15-25°C	

Fuente: Reché Mármol, J. 2005.

4.7.2 La humedad óptima:

Para el cultivo de la judía verde en invernadero, en las primeras fases del cultivo debe ser del 60-65%, pudiendo posteriormente oscilar entre el 65-70%, Con una humedad ambiental superior al 70%, hay posibilidad de vaneamiento de flores por deficiente fecundación e incremento de enfermedades que causan pudrición. Si se dan cambios bruscos en los parámetros de temperatura y humedad las flores se desprenden.

Es bueno que el agricultor disponga de aparatos que midan la temperatura y la humedad relativa en el interior del invernadero, de manera que pueda corregir mediante diversas acciones los valores si no son adecuados.

En general el cultivo de la habichuela no se ve afectado por el fotoperiodo, que viene determinado por la luminosidad. Las variedades actuales son más exigentes en ciclos de días largos. Por otra parte, las cultivares de enrame son más exigentes en luminosidad que las de porte bajo, principalmente durante el crecimiento. Con una buena ventilación en las horas de la mañana se proporciona a las plantas la cantidad suficiente de carbono (anhídrido carbónico difundido en el aire). (Reché, 2005.)

4.7.3 Riego en Invernadero:

- Época: el riego es especialmente necesario en la formación de los frutos. Cuando se inicia la floración la planta es sensible al exceso de humedad. Tras la floración son necesarios los riegos frecuentes para que las vainas no se queden cortas. También se han de efectuar riegos tras las recolecciones para facilitar la recuperación de las plantas.
- Frecuencia: riegos 2-3 veces por semana en bajas dosis para evitar enfermedades de cuello y raíz.
- Calendario de riego: uno o dos días antes de la siembra para facilitar la siembra y la germinación. El siguiente riego ha de producirse cuando la planta alcance 10-15 cm de altura, a los 15-20 días de la siembra y a 710 días de la germinación, con volúmenes moderados al principio. (Reché, 2005.)

4.8 Genotipos

En la tabla 3 se presentan las principales características de los Genotipos evaluados.

Tabla 3. Caracterización de tres genotipos de habichuela (*P. Vulgaris L*)

LINEA	NUMERO	IDENTIFICACION	HABITO	COLOR SEMILLLA	TOLERA NCIA A BCMV	ANTRACNOSIS EN HOJAS	ANTRACNOSIS EN VAINAS
HAV 138	14565-3	HAV 129XSBB 170/-1p-2p-2p	4B	BL	M	1	1
HAV 140	14565-3	HAV 129XSBB 170/-3p-1p-1p	4A	BL	N	1	1
B.LAKE		Pedigree de la compañía Ferry Morse	4B	BL	S	8	6

Fuente: (Celis y Fonseca, 2013).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

- Tres genotipos de habichuela tipo voluble: LE-138, LE-140, y un testigo comercia Blue Lake
- Estacas, varas y postes de madera, alambre, estructura de Invernadero.
- Insumos: Vitavax, enmiendas, fertilizantes, Combo Biológico para el control de mosca blanca.
- Implementos para la aplicación de los insumos (bomba de espalda, líneas de goteo)

5.2 Metodología

Este trabajo se desarrolló en la Granja “La Esperanza (Fusagasugá, Cundinamarca), con el fin de evaluar las características agronómicas de tres genotipos de habichuela, basadas en el comportamiento sanitario y calidad de vaina bajo las condiciones controladas de invernadero. En la tabla 4 se presenta las características agroecológicas de la Granja la Esperanza

Tabla 4. Características agroecológicas en la granja La Esperanza, vereda Guavio bajo (Fusagasuga)

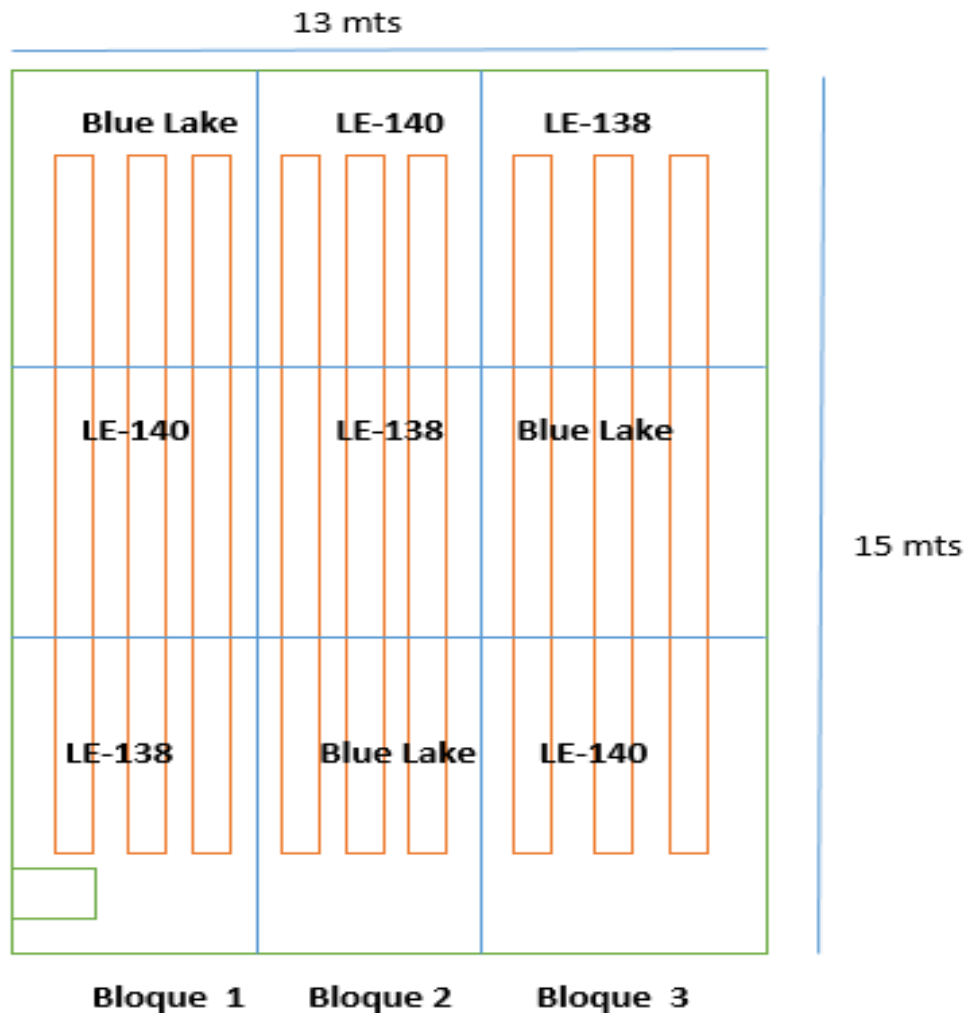
Temperatura media anual	18-24 °C
Precipitación media anual	1389.4 mm/año
Precipitación mensual	115.783 mm
Humedad relativa	65.6 %
Textura del suelo	Franco arcillosa
Tipo de Clima ambiental	Medio Húmedo

Fuente: (Acevedo *et al*, 2007).

Los materiales de estudio fueron: L E-138, LE-140, y un testigo comercial Blue Lake, que corresponden a habichuela tipo voluble. La investigación se realizó en el invernadero de la Granja la Esperanza de la Universidad de Cundinamarca, el cual cuenta con un área total de 195 m². Se distribuyó el área en tres bloques, y tres repeticiones por cada tratamiento (en este caso es cada cultivar).

Cada unidad experimental constaba de tres surcos distanciados a un metro y con una longitud de cuatro metros .En la figura 23 se presenta el diagrama de distribución en el invernadero del ensayo

Figura 23. Plano de Campo. Invernadero de la Granja La Esperanza



Los genotipos se evaluaron tomando como referencia los siguientes parámetros:

5.3 Parámetros Evaluados

5.3.1 Número de vainas por planta: Se contaron todas las vainas de cinco plantas marcadas en el surco central y se obtenía el promedio.

5.3.2 Semillas por vaina: Para determinarlo se tomaron cinco vainas de las cinco plantas marcadas empleadas y se contó el número de semillas viables que contuvieran y se promediaba el dato.

5.3.3 Longitud de Vaina: Se tomaron 10 vainas de la cosecha de las cinco plantas marcadas en el surco central por unidad experimental, midiendo su longitud en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice, para tomar un promedio por tratamiento.

5.3.4 Presencia de Fibra: La fibra se determinó por la textura de la vaina, entendiéndose esta como la calidad de la carnosidad en consumo, para determinar los parámetros de clasificación se hace una ruptura de la vaina por el medio de la misma y se tiene en cuenta la reacción del fruto a su rompimiento, la flexibilidad o dureza de la vaina al romperse, entendiéndose como 1 sin fibra, 2 menos fibrosa y 3 la más fibrosa. Esta prueba se realizó en las 10 vainas tomadas en el parámetro anterior.

1 = Carnosa, sonido seco después de una leve flexión.

2 = Menos fibrosa, dificultad en la ruptura después de una flexión completa.

3=Fibrosa dificultad en la ruptura y las dos partes quedan unida por una fibra.

5.3.5 Rendimiento: En las diferentes cosechas se recolectaron las vainas de las plantas de los tres surcos se pesaron y se consideró como el rendimiento de vaina fresca por unidad experimental posteriormente se llevó ese dato a rendimiento de Kilogramos por hectárea.

5.4 Respuesta a enfermedades

5.4.1 Incidencia de Mildeo Polvoso (*Erysiphe Polygoni*): se determinó la incidencia, calculando el porcentaje de plantas afectadas, tomando el total de plantas por repetición y dividiéndolas por el número de plantas afectadas.

5.4.2 Severidad de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*)

La severidad se determinó utilizando la escala 1-9 (CIAT) como se presenta en la tabla 5. Donde 1 corresponde a plantas sin síntomas visibles de la enfermedad y 9 a plantas con necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, pecíolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento. Esta escala se empleó en 10 plantas por tratamiento, evaluando de manera visual la planta en su totalidad, y determinando así el nivel de daño.

Tabla 5. Escala utilizada para evaluar el nivel de daño por Mildeo Polvoso

Nivel	Observaciones
1	0% de infección
2	Apenas comenzando, lesiones muy pequeñas; < 1% de infección
3	Muy poca enfermedad, lesiones pequeñas en tejido vegetal; 2-3% de infección
4	Lesiones ya formadas generalmente mediana, tendencia a pequeña; 6-8% tejido infectado
5	Lesiones medianas pero causando poco daño económico; 10-12% tejido infectado

6-7	Bastante lesiones grandes en toda la planta, afectando la mitad, o los dos tercios
8	Daño económico visible, lesiones grandes y abundantes
9	Muerte de la planta, defoliación severa

Fuente: Cardona, C., et al. 1991

5.4.3 Incidencia Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Se determinó la incidencia, empleando el porcentaje de plantas afectadas, tomando el total de plantas por repetición y dividiéndolas por el número de plantas afectadas.

5.4.4 Severidad de Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

La severidad se determinó utilizando la escala 1-9 (CIAT) como se presenta en la Tabla 6. Donde 1 corresponde a plantas sin síntomas visibles de la enfermedad y 9 a plantas con necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, pecíolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento. Esta escala se empleó en 10 plantas por tratamiento, evaluando de manera visual la planta en su totalidad, y determinando así el nivel de daño.

Tabla 6. Escala utilizada para evaluar el nivel de daño por Antracnosis

Gado	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad
3	Presencia de unas pocas lesiones pequeñas sin esporulación que cubren aproximadamente 2% del área foliar o del área de las vainas.
5	Presencia de varias lesiones generalmente pequeñas, con esporulación limitada, que cubren aproximadamente 5% del área foliar o del área de las vainas.
7	Lesiones abundantes, generalmente grandes, con esporulación que cubren 10% del área foliar o del área de las

	vainas. En el follaje las lesiones pueden juntarse y el resultado son áreas infestadas más grandes asociadas con tejido clorótico. Las lesiones pueden también encontrarse en el tallo y en las ramas
9	Un 25% del área foliar o del área de las vainas está cubierta por lesiones esporulantes grandes que tienden con frecuencia a juntarse. Los tejidos foliares son generalmente cloróticos lo que ocasiona una defoliación severa y prematura. Las vainas infestadas están, en general deformadas y arrugadas y contienen un número bajo de semillas. Tanto en el tallo como en las ramas se observan lesiones esporulantes abundantes

Fuente: León, I. 2009

5.5. Diseño estadístico

- Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones, y tres tratamientos; los tratamientos correspondieron a los 3 genotipos evaluados. El tamaño del ensayo en el invernadero fue de 12 metros de ancho por 15 metros de largo, con un arreglo de bloques completos al azar.
- Cada parcela o unidad experimental constaba de tres surcos distanciados a un metro y una longitud de 4 metros, 40 cm entre plantas.
- Los datos se estimaron, tabularon y se sometieron a pruebas estadísticas usando el programa estadístico CropStat. Se realizó la prueba de comparación de promedios de Tukey para las variables que presentaron diferencias a nivel estadístico.
- La evaluación de los diferentes parámetros se llevó a cabo mediante un muestreo semanal en cada unidad experimental.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características Agronómicas

Se evaluaron con el fin de determinar el grado de adaptación de estos genotipos a condiciones controladas de invernadero y determinar la calidad de la vaina de cada uno de ellos (Tabla5).

Tabla 7. Promedio de características agronómicas de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza, 2014 segundo semestre.

Genotipo	Número de Vainas/planta	Número de Semillas/vaina	Rendimiento kg/parcela	Rendimiento Kg*ha ⁻¹
Blue Lake	65.33 a*	9 a	18.34a	15.200
LE-140	72.66 a	9 a	18.60a	15.500
LE-138	76.66 a	9 a	23.80a	19.833

Fuente: Ramírez y Rodríguez (2015).

* Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

6.1.1 Número de vainas por planta:

Los datos se relacionan en la tabla 7 y el ANAVA respectivo (Anexo 1) y se encontró que no existían diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados. Sin embargo se observó que el genotipo LE-138 presentó el mejor promedio en número de vainas por planta, frente a las demás variedades estudiadas. Bajo condiciones de cultivo; a campo abierto el material LE-140, muestra un mejor comportamiento respecto a LE-138 y Blue lake para la característica tal como lo afirman Valencia y Romero (2014), en el ensayo realizado en la vereda Guavio Bajo de Fusagasuá, Sin embargo bajo las condiciones de invernadero fué el genotipo LE-138 que mejor se comportó, indicando que este material fué muy adaptable a la zona y a las condiciones ambientales de invernadero como se observa en la figura 24. En tanto el testigo comercial Blue Lake mostró un promedio menor frente al genotipo LE-138 en éste ensayo mientras que, en el trabajo realizado por Jiménez Y Moreno 2014 en el

Municipio de San Bernardo (Cund.), si se obtuvo diferencia significativa a nivel estadístico arrojando como resultado un promedio de 15,5 vainas/ planta en LE-138 y 20,3 vainas/ planta con el Testigo comercial Blue Lake. De lo anterior se infiere que la variedad LE-138 presenta un comportamiento mejorado en unas condiciones de humedad relativa, temperatura, CO₂, radiación solar, sistema de riego, y demás factores que se pueden controlar en un invernadero para el aprovechamiento del potencial genético.

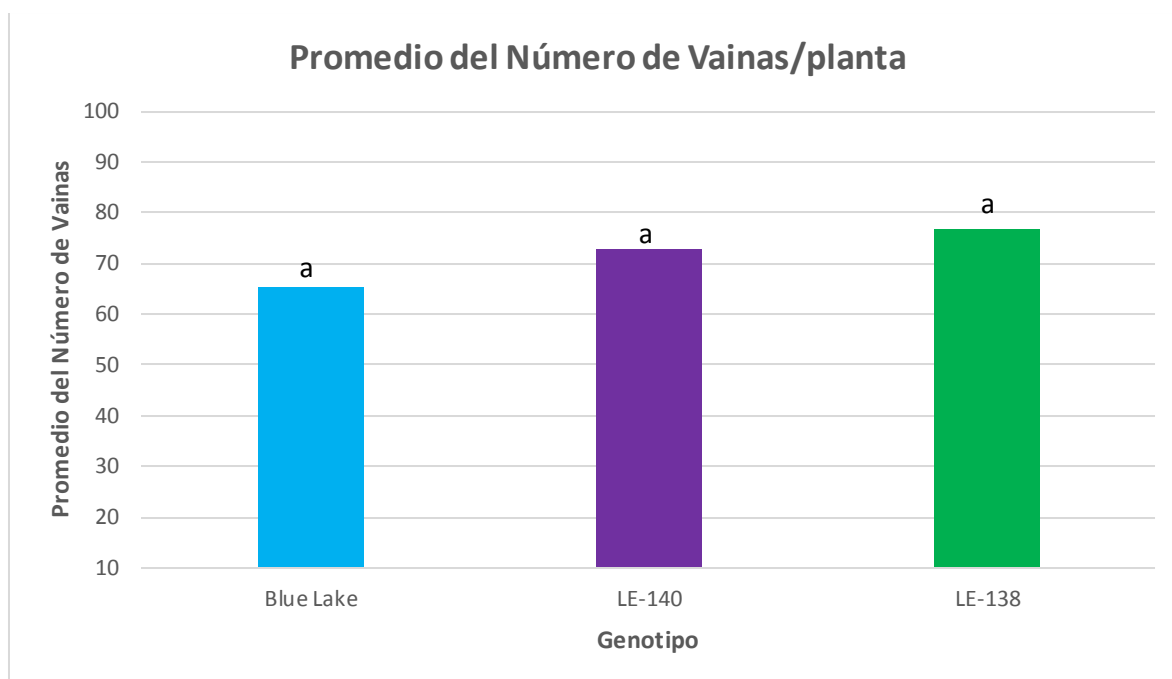


Figura 24: Número de vainas por planta de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre.

6.1.2 Semilla de vainas por planta:

Los datos se presentan en la Tabla 7, el análisis de variación no mostró diferencias a nivel estadístico indicando que no hay diferencia de los genotipos para la característica. Al realizar la comparación con el ensayo realizado por Valencia y Romero (2014), no se obtuvo diferencia significativa en el análisis de la varianza para la característica, el genotipo con mayor cantidad de semillas por vaina

correspondió a Blue Lake con valor de 8.5 semillas/vaina y el más bajo al genotipo LE 140 con un valor de 6.8 semillas/vaina.

En trabajos realizados por Antolinez y Cárdenas (2010) y Manrique y Garcia (2012) se encontraron resultados similares sobre el número de semillas por vaina e indican estos autores que esta característica es de tipo varietal y no difiere aún se cambien condiciones ambientales.

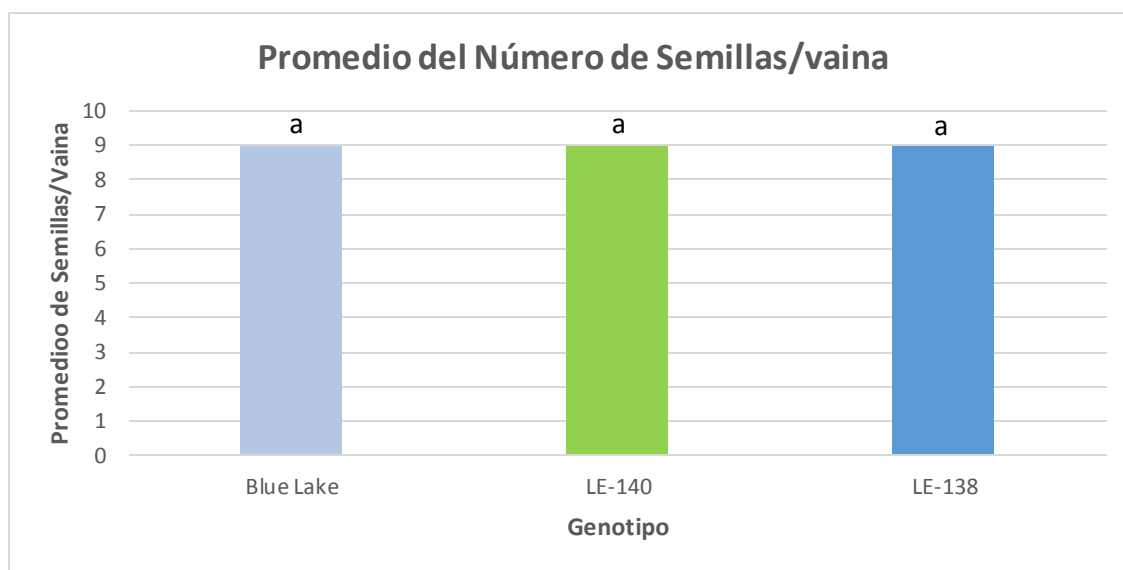


Figura 25: Número de semillas por vaina de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre.

6.1.3 Rendimiento

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los genotipos evaluados; es decir, que bajo condiciones de invernadero los genotipos muestran comportamientos similares para el rendimiento de vaina verde.

El resultado de esta variable señala que los materiales LE-138 y LE-140 obtuvieron rendimientos muy similares presentando valores de 15.500 y 19.833 Kg*ha⁻¹. Un mayor peso por cosecha frente al testigo comercial (Blue Lake), sin embargo las diferencias de rendimiento no son significativas a nivel estadístico pero económicamente pueden ser de significancia para el productor, especialmente con LE 138. Al comparar estos resultados obtenidos bajo condiciones de invernadero,

con ensayos con materiales similares bajo condiciones de campo; los resultados obtenidos en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca.) por Buitrago (2013), bajo las condiciones de la zona, el genotipo Blue Lake mostro un rendimiento de 19.230 kg*ha⁻¹ mientras que en condiciones de invernadero su rendimiento fue de 15.200 Kg*ha⁻¹, como se observa en la figura 26. En cuanto a los otros dos genotipos evaluados LE-138 tuvo un rendimiento de 19.833 kg y LE-140 15.500 kg, mientras que en el ensayo realizado en San Bernardo (Cundinamarca.) por Jiménez y Moreno (2014), el genotipo L.E-138 mostro un rendimiento de 17.200 Kg, posiblemente estos resultados arrojados se puedan generar por las altas temperaturas que se presentan en condiciones de invernadero y por ende la humedad relativa también fue alta. Los resultados de Romero y Valencia (2014) en la vereda Guavio bajo (Fusagasuga) mostraron como los genotipos con mayor rendimiento a LE 140 y LE-138, presentando diferencia significativa a nivel estadístico, siendo LE-140 el genotipo con mejor rendimiento obteniendo un promedio de 32.670 Kg/Ha seguid del genotipo LE-138 con un promedio de 22.750Kg/Ha.

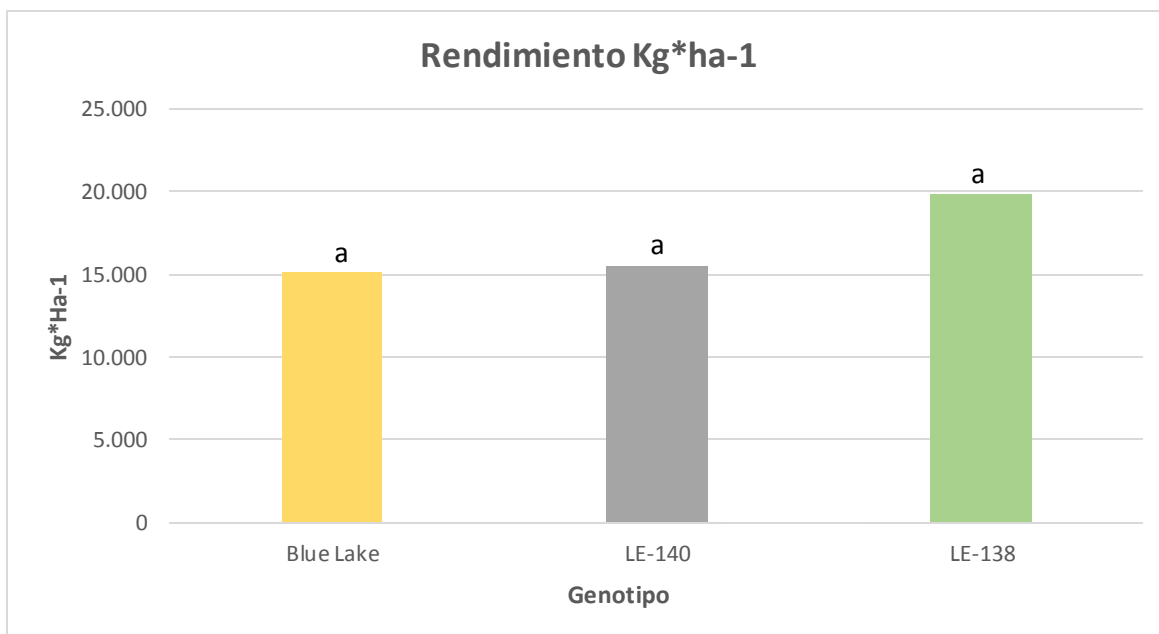


Figura 26: Promedio de rendimiento en Kg/Ha de tres genotipos de Habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre.

6.2. Enfermedades

En la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para Mildeo polvoso (*Erysiphe polygoni*) severidad e incidencia y para antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en vainas tanto severidad como incidencia. El Anava no presenta diferencias a nivel estadístico es decir el comportamiento para incidencia y severidad en mildeo y antracnosis son similares para todos los genotipos.

Tabla 8: Estado fitosanitario ensayo, de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza, 2014 segundo semestre

Genotipo	Mildeo polvoso (<i>Erysiphe polygoni</i>)		Antracnosis en vainas (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	
	Severidad (Escala 1-9)	Incidencia %	Severidad (Escala 1-9)	Incidencia %
Blue Lake	3,6 a*	18.0 a	2,3 a	10 a
LE-140	2,4 a	10.5 a	1,7 a	3 a
LE-138	1,7 a	12.5 a	3,0 a	5 a

*Promedios seguidos de la misma letra no presenta diferencias a nivel estadístico.

La enfermedad que tuvo mayor presencia sobre los genotipos estudiados fue Mildeo Polvoso (*Erysiphe polygoni*) se observa que para incidencia el material más afectado fue Blue lake con 18%, siguen LE 140 y LE 138 con porcentajes de 12.5 y 10.5. La severidad tiene un reporte similar con mayor afección para Blue lake con 3.6 y en menor escala LE 18 y LE 140 con valores de 2.4 y 1.7. Sin embargo no fue limitante para el desarrollo del cultivo. Una explicación es que el porcentaje de humedad en el invernadero fue baja.

Realizando una comparación de todas las características fitosanitarias en los ensayos de García y Manrique (2012), Antolinez y Cárdenas (2012), Buitrago (2013) y Romero y Valencia (2014) el genotipo más tolerante a plagas y enfermedades para todos los casos fue LE 140 (sin tener diferencias significativas a nivel estadístico con los demás genotipos evaluados), mientras que en el presente

ensayo, el genotipo con menor susceptibilidad correspondió a LE-140. Para los tres ensayos la variedad más susceptible fue Blue Lake, lo cual indica que este genotipo genera un mayor costo en inversión de productos de protección de cultivos para el agricultor y pérdida de calidad de la vaina por el daño causado por problemas fitosanitarios.

En la tabla 8 se observa que para a enfermedad antracnosis en vaina (*Colletotrichum lindemuthianum*) el genotipo LE-140 es el genotipo que mayor tolerancia presenta superando al testigo comercial Blue Lake y al genotipo LE-138, cabe señalar que sin embargo la severidad y la incidencia no fue un limitante en el cultivo, teniendo en cuenta que las condiciones bajo invernadero son propicias para la aparición de la enfermedad dado la temperatura y humedad relativa que se presenta en dichas condiciones como lo expresa Morejón *et al* (2010). En invernaderos los daños son más serios que a campo abierto, debido al ambiente que se presenta en estos, tales como alta circulación del aire, baja intensidad de la luz del sol y altas temperaturas.

Para antracnosis el genotipo LE-140 arrojó el mejor resultado, este material tuvo una buena respuesta frente al ataque de antracnosis, seguido por el genotipo LE-138 como se mencionó anteriormente Blue Lake fue el más susceptible a la enfermedad, pero cabe destacar que esta enfermedad tampoco fue limitante en el cultivo.

6.3 EVALUACION DE CALIDAD

Los parámetros más utilizados para estimar esta característica son: longitud de vaina, contenido de fibra, sección transversal, curvatura de vaina y color .En la tabla 9 se aprecian los resultados obtenidos.

Tabla 9. Características de calidad de tres Genotipos de habichuela, bajo invernadero 2014.

Genotipos	Longitud de Vaina	Contenido de Fibra	Sección transversal	Curvatura vaina	Color	Calidad
Blue Lake	19.1 a*	1 a	Oblonga	semirecta	Verde claro	Excelente
LE-140	18.0 a	1 a	Oblonga	semirecta	Verde claro	Buena
LE-138	17.3 a	1 a	Semiplana	semirecta	Verde claro	Buena

*Promedios seguidos de la misma letra no presenta diferencias a nivel estadístico.

6.3.1 Longitud de vainas

La evaluación de la longitud de la vaina en los tratamientos se realizó mediante una muestra representativa tomando 10 vainas en etapa de pico de producción, midiendo su longitud en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice, para tomar un promedio por tratamiento de cada parcela experimental.

Se realizó un análisis de variación complementado con una prueba de promedios de Tukey mostrando que no hubo diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos.

Se observó que el cultivar comercial Blue Lake presentó el mejor promedio en largo de la vaina de 19,1 cm. Para el genotipo LE-140 se obtuvo un promedio de 18,03cm y LE-138 presento un promedio de 17,3cm, estos resultados coinciden con todas las evaluaciones realizadas como el trabajo realizado por Jiménez y Moreno (2014), Martínez y Romero (2014), Antolinez y Cárdenas(2010) quienes encontraron que el cultivar Blue Lake en condiciones climáticas de la mayoría de los municipios del Sumapaz mostraba una longitud de vaina mayor que los dos genotipos, sin embargo LE-140 y LE-138 las longitudes fueron de 18.0 y 17,3 cms. respectivamente, como se muestra en la figura 27. Es decir que gracias a las condiciones de invernadero, donde se desarrollaron estos dos últimos genotipos se muestran diferencias frente a los resultados arrojados en campo en los trabajos realizados en Guavio bajo (Antolinez y Cárdenas, 2012); Manrique y Garcia (2012) en Arbelaez; Romero y Valencia (2014). El aumento de longitud de vaina puede

deberse al aumento de la temperatura y humedad relativa que se presentan en el invernadero.

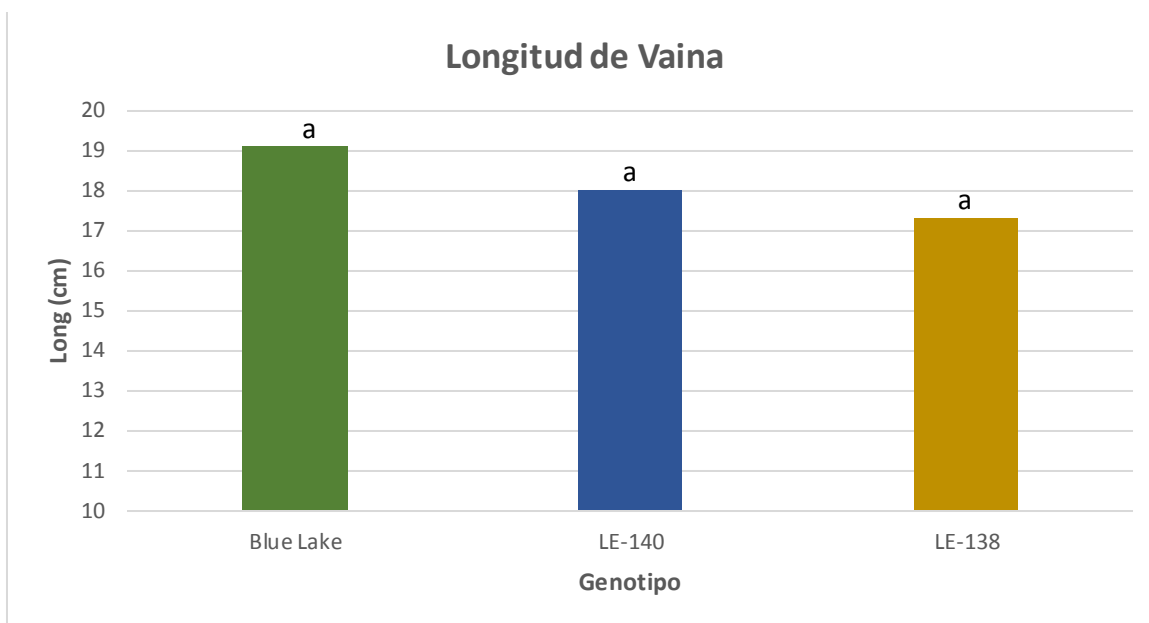


Figura 27: Longitud de vaina de tres genotipos de habichuela tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la Granja la Esperanza 2014 segundo semestre.

6.3.2 Presencia de Fibra de vainas

Los datos se presentan en la Tabla 9, el análisis de Varianza no mostró diferencias a nivel estadístico indicando que no hay diferencia de los genotipos para la característica. Teniendo en cuenta la reacción de la legumbre a su rompimiento, la flexibilidad y dureza de la vaina al romperse, entendiéndose como 1 la menos fibrosa y 3 la más fibrosa; se establece que las líneas experimentales LE 140, LE 138 y el testigo comercial Blue Lake mostraron valores bajos de presencia de fibra, lo que hace estos materiales atractivos para el agricultor y el comercializador. La evaluación se realizó mediante una muestra representativa tomando 10 vainas de las cinco plantas marcadas en el surco central por unidad experimental, promediando los datos.

6.3.3 Otras variables

La característica curvatura de la vaina fue similar para los tres materiales correspondiendo a semirecta, que es considerada de buena calidad en el mercado.

La sección transversal para el testigo Blue Lake y para LE 140 fue oblonga, que se considera como de buena calidad y LE138 mostro una sección transversal algo aplanada que es considerada como de menor calidad.

El color en las condiciones del invernadero correspondió a verde claro para los tres materiales y es considerado como de buena calidad.

Al tener en cuenta todas las características de calidad se catalogó a Blue Lake como de excelente calidad; LE 140 y LE 138 se consideraron de buena calidad.

La evaluación de los parámetros mencionados anteriormente, se realizó mediante una muestra representativa tomando 10 vainas de las cinco plantas marcadas en el surco central por unidad experimental, promediando los datos.

7. CONCLUSIONES

- En las condiciones en las que se realizó el ensayo, los tres genotipos mostraron buena adaptación a este sistema de cultivo demostrándose por los buenos rendimientos y calidad de la vaina.
- Se observó bajo condiciones de invernadero que el genotipo con mayor producción fue LE-138, superando ampliamente al testigo comercial Blue Lake y a LE 140. Parece ser que este Genotipo es más favorecido a las condiciones semicontroladas en las que se realizó el ensayo.
- Los Genotipos estudiados cumplen con los requisitos de calidad del mercado, especialmente en longitud de vaina para LE 140 y LE 138, que mejoraron esta característica bajo invernadero.
- En las condiciones semicontroladas del invernadero, las enfermedades como antracnosis y mildew polvoso, no son tan limitantes especialmente en los genotipos LE 140 y LE 138.
- Bajo este sistema de cultivo las plagas, especialmente *Trialeurodes vaporariorum*, pueden ser un limitante, especialmente en una rotación con Tomate.
- Los resultados obtenidos muestran que el cultivo de habichuela tipo voluble es viable como una alternativa de rotación de cultivos en invernadero

8. RECOMENDACIONES

Realizar ensayos bajo condiciones de invernadero con el Genotipo LE 138 pero implementando mayor área de siembra, tratando de realizar los estudios de fenología e implementando datos climáticos dentro del invernadero que puedan explicar y confirmar las razones de un mejor comportamiento de este material, que en los ensayos de campo no era el de mayor rendimiento.

Como las condiciones ambientales cambian en el invernadero se podría incluir como testigo comercial el cultivar Unapal-Milenio, que es un material recomendado para zonas inferiores a los 1000 m.s.n.m.

En futuras investigaciones se recomienda mostrar los resultados de la severidad de enfermedades en porcentaje, para que se pueda analizar de forma cuantitativa y tener un resultado más claro.

Realizar un análisis microbiológico de los patógenos presentes en el cultivo, para así determinar de manera más precisa la enfermedad y/o la afectación desarrollada.

Revisar los trabajos desarrollados por la oficina de investigaciones universitaria de la Universidad de Cundinamarca, analizando y comparando los resultados obtenidos

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, Y., MONTOYA, J. 2007. Modelo matemático predictivo para la determinación de pérdidas por competencia de malezas en un cultivo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*) en la vereda Guavio-Fusagasugá. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Agronomía, Universidad de Cundinamarca
- AGUDELO, O. y G. MONTES DE OCA. 1988. El cultivo de la habichuela. Guía para producción de hortalizas. ASIAVA, Palmira.
- AGRIOS, G.; Fitopatología. 2da. Edición. Editorial Limusa. México, D.F 1988
- ANTOLINEZ, L., y CARDENAS, P. 2010. Evaluación de características agronómicas y de calidad de vaina en cinco genotipos (*Phaseolus vulgaris* L) tipo voluble en la Granja la Esperanza- vereda Guavio bajo en Fusagasugá. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca.
- BEAVER, J.S., J.C. ROSAS, J. MYERS, J. ACOSTA, J.D. KELLY, S. NCHIMBI-MSOLLA, R.MISANGU, J. BOKOSI, S. TEMPLE, E. ARNAUD-SANTANA, D.P. COYNE. 2003. Contributions of the bean/cowpea CRSP to cultivar and germoplasm development in common bean. Field Crops Res. 82: 87–102.
- BUENO, J. M. y CARDONA, C. 2004. Control de insectos y otros invertebrados dañinos en habichuela y frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Documento sin publicar. 14 pp.
- BUITRAGO, A. 2013. Evaluación de características agronómicas y de calidad de vaina en 6 genotipos (*Phaseolus vulgaris* L) tipo voluble en la vereda Guavio bajo en Fusagasugá. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca.
- CARDONA, C.,L. 2005. Biología de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIA1); Department for International Development (DFID), 2005
- Cardona, C., et al. 1991. Bases para Establecer un Programa de Manejo Integrado de Plagas de Habichuela en la Provincia de Suma Paz. Sección de

Entomología de Frijol del CIAT y la Unidad de Investigación del CRECED- Sumapaz (ICA). 1991. Pag 9.

- CELIS, A. y FONSECA, L.2013. Obtención de una variedad de Habichuela tipo voluble (*Phaseolus vulgaris* L) para la región del Sumapaz (Colombia). I Simposio de Producción de semilla en Rosario (Argentina).
- CÓRDOBA, O. y CASAS, H. 2003. Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. Boletín Técnico N. ° 20. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquia, Colombia. 40 pp
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor- Corrales (comps.). Cali, Colombia.56p
- CIAT. 1989. El Lorito Verde de Frijol (*Empoasca Kramerii* Ross & Moore) y su Control: Guía de estudio para ser usada como complemento de a Unidad Auditorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Cesar Cardona M., María Luisa Cortes. Producción: Carlos A. Valencia, Héctor F. Ospina. Cali, Colombia. CIAT, 49p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1989. El cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.). Bogotá. P. 20
- FREDY, J. 2011. Plagas Cuarentenarias. Documenting electronic sources on the Internet. 2011 [fecha de consulta: 18 Junio 2015]. Disponible en: <<http://plagas2011.blogspot.com/2011/12/roya-del-gladiolo.html>>.
- GONZALES., MARTÍNEZ, B E INFANTE. 2010. Mildiu Polvoriento En Las Cucurbitáceas. *Rev. Protección Veg* [online]. 2010, vol.25, n.1 [citado 2015-06-26], pp. 44-50. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522010000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2224-469
- GUARÍN M., J. H. 2003. Trips palmi Karny en el Oriente antioqueño. Biología, efecto de hongos Entomopatógenos y extractos vegetales en laboratorio y campo, comportamiento de sus enemigos naturales e impacto ambiental para su manejo sostenible. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia (Colombia). 64 pp.

- JARAMILLO, J. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero (*Lycopersicum esculentum*. Mill). Boletín Técnico CORPOICA. Centro de Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia 2006.
- JIMÉNEZ Y MORENO, 2013. Evaluación y caracterización de tres Nuevos Materiales de Habichuela (*Phaseolus vulgaris L*) Frente a Dos Variedades Comerciales de Tipo Voluble en el Municipio de San Bernardo (Cund.). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca.
- LEÓN, I. 2009. Notas. La antracnosis y la mancha angular del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Instituto de investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. La Habana, Cuba. 2009
- LOBO, M., J. JARAMILLO., 1992.Snaps Research in Colombia. In: Snaps beans.
- MANRIQUE Y GARCIA. 2012. Evaluación de Cinco Variedades de Habichuela (*Phaseolus Vulgaris L.*) Tipo Voluble En La Vereda Tiscinse del Municipio de Arbelaez (Cund). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2013. Importancia de la habichuela en Cundinamarca. Boletín mensual. Abastecimiento de alimentos. SIPSA.
- RAMÍREZ, D., M. DESSERT. 1984. Evaluación del potencial genético en habichuela. Acta Agron. 34: 14-20.
- Reché Mármol, J. 2005. Cultivo de la habichuela en invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- REINA, G. 1998. Evaluación de pérdidas postcosecha para la legumbre habichuela (*Phaseolus vulgaris L*) que se comercializa en la ciudad de Neiva, Colombia. 1998
- RÍOS, M., J. y QUIRÓS D., J. 2002. El Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico .FENALCE. Bogotá. 193 pp.
- SALICETI, M. 2005. Evaluación de dos poblaciones de habichuelas (*Phaseolus vulgaris L.*) para ser utilizadas en el modelo de simulación

CROPGRO. Puerto Rico. [Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en ciencias en Agronomía]. Universidad de Puerto Rico. 2005. 88 pág.

- Saladín, F. 1995. Cultivo de habichuela. [en línea] Santo Domingo: Fundación de desarrollo Agropecuario, 1995. [Boletín Técnico No.2, 2ª. Ed. [Consultado: feb. 2014] Disponible en: <<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/habichuela.pdf>>
- TORRES, S. 2006. Producción de hortalizas bajo invernadero. Fundación Produce, Culiacán, Sinaloa, México, 2006.
- UTM, 2009. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Temas de ciencia y tecnología Vol. 13 N° 39 documenting electronic sources on the Internet. 2009 [fecha de consulta: 18 Junio 2015]. Disponible en: http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas39/2NOTAS%2039-3.pdf.
- VALENCIA, J. Y ROMERO, W. 2014. Evaluación de características agronómicas y de calidad de vaina en 6 genotipos (*Phaseolus vulgaris*) tipo voluble en la vereda Guavio bajo en Fusagasugá. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca
- VELÁSQUEZ, J. & PRADA, P.1992. Adopción de Tecnología de Manejo Integrado de Plagas (MIP), en Habichuela en la Provincia de Sumapaz (Col). Linking small farmers with growth markets to build sustainable livelihoods in rural areas. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Annual report 1997.

ANEXOS 1

TABLAS DE RESULTADOS (ANAVA) VARIABLES DE RENDIMIENTO:

NUMERO VAINAS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	230.218750	115.109375	1.5124	0.324 ^{NS}
BLOQUES	2	32.886719	16.443359	0.2160	0.815
ERROR	4	304.449219	76.112305		
TOTAL	8	567.554688			

C.V. = 12.50

RENDIMIENTO VAINAS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	24.142334	12.071167	1.8347	0.272 ^{NS}
BLOQUES	2	11.208984	5.604492	0.8518	0.506
ERROR	4	26.317871	6.579468		
TOTAL	8	61.669189			

C.V. = 12.27%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	19.00
2	20.73
3	23.00

VARIABLES MORFOLOGICAS:

ANALISIS DE VARIANZA LONGITUD VAINAS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	3.669189	1.834595	0.6213	0.584 ^{NS}
BLOQUES	2	12.169189	6.084595	2.0606	0.243
ERROR	4	11.811035	2.952759		
TOTAL	8	27.649414			

C.V. = 9.44%

TABLA DE MEDIAS LONGITUD DE VAINAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	19.06
2	18.03
3	17.53

ANALISIS DE VARIANZA NUMERO DE VAINAS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	198.222656	99.111328	0.4216	0.684 ^{NS}
BLOQUES	2	299.554688	149.777344	0.6370	0.577
ERROR	4	940.445313	235.111328		
TOTAL	8	1438.222656			

C.V. = 21.43%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	65.33
2	72.66
3	76.66

ANALISIS DE VARIANZA NUMERO DE SEMILLAS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.335449	0.167725	0.6861	0.556 ^{NS}
BLOQUES	2	0.228760	0.114380	0.4679	0.659
ERROR	4	0.977905	0.244476		
TOTAL	8	1.542114			

C.V. = 5.52%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	9.00
2	9.16
3	8.70

VARIABLES FITOPATOLOGICAS

SEVERIDAD ANTRACNOSIS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	12.666664	6.333332	19.0000	0.011*
BLOQUES	2	6.000000	3.000000	9.0000	0.035
ERROR	4	1.333336	0.333334		
TOTAL	8	20.000000			

C.V. = 21.65%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	4.33	A
2	2.00	B
3	1.67	C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0000

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 0.00, 0.00

TUKEY = 0.0000

ANTRACNOSIS SEVERIDADEN HOJA DATOS TRANSFORMADOS POR X+1

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	5.262222	2.631111	2.1086	0.237 ^{NS}
BLOQUES	2	1.602234	0.801117	0.6420	0.575
ERROR	4	4.991104	1.247776		
TOTAL	8	11.855560			

C.V. = 19.58%

TABLA DE MEDIAS ANTRACNOSIS SEVERIDAD HOJA

TRATAMIENTO	MEDIA
1 B L	3.80
2 140	1.93
3 138	2.73

ANALISIS DE VARIANZA
 ANTRACNOSIS SEVERIDAD VAINA DATOS TRANSFORMADOS POR X+1

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	7.075562	3.537781	5.5762	0.071 ^{NS}
BLOQUES	2	9.002228	4.501114	7.0946	0.050
ERROR	4	2.537773	0.634443		
TOTAL	8	18.615562			

C.V. = 23.27%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.67
2	2.67
3	2.93

ANALISIS DE VARIANZA
 SEVERIDAD MILDEO DATOS TRANSFORMADOS POR X+1

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	2.935577	1.467789	3.6293	0.127 ^{NS}
BLOQUES	2	0.268921	0.134460	0.3325	0.737
ERROR	4	1.617722	0.404430		
TOTAL	8	4.822220			

C.V. = 14.31%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.20
2	3.90
3	5.23

ANEXO 2



Figura 1. Establecimiento del ensayo bajo invernadero



Figura 2. Instalación de sistema de riego por goteo



Figura 3. Germinación del cultivo de habichuela *Phaseolus vulgaris L*



Figura 4. Tutorado inicial para cultivo de habichuela bajo invernadero



Figura 5. Amarre total de la plantas de habichuela *P. vulgaris* L



Figura 6. Desarrollo de zarcillos



Figura 7. Presencia inicial de Mildeo Polvoso en el cultivo de habichuela *P. vulgaris L*



Figura 8.Envés de hoja de habichuela libre de la presencia de mosca blanca *T .vaporariorum*



Figura 9. Inicio de la Floración del cultivo. Botón Floral



Figura 10. Cultivo en plena floración



Figura 11. Formación de vainas



Figura 12. Llenado de vainas



Figura 13. Desarrollo de la enfermedad **Mildeo Polvoso** en el cultivo



Figura 14. Vaina de habichuela *Phaseolus vulgaris* L, completamente desarrollada



Figura 15. Vaina de habichuela *P. vulgaris* L, cultivar LE-138



Figura 16. Vaina de habichuela *P. vulgaris* L, cultivar LE-140



Figura 17. Vaina de habichuela *P. vulgaris* L, cultivar Blue Lake



Figura 18. Semillas de habichuela cosechadas



Figura 19. Longitud de la vaina de habichuela *P. vulgaris* L, cultivar LE-138



Figura 20. Longitud de la vaina de habichuela *P. vulgaris* L, cultivar LE-140



Figura 21. Longitud de la vaina de habichuela *P. vulgaris L*, cultivar Blue Lake



Figura 22. Presencia de fibra en vaina de habichuela *P. vulgaris L*, cultivar LE-140