

EFFECTO DEL DESHOJE SOBRE LA PRODUCCION Y PRESENCIA DE  
ENFERMEDADES EN DOS GENOTIPOS DE HABICHUELA TIPO VOLUBLE  
EN LA GRANJA LA ESPERANZA

BRIAN EDUARDO MORENO CRUZ

LAURA LUCIA VASQUEZ PULIDO

I.A., M.Sc. Arlette Ivonne Gil Clavijo.

Directora

I.A., M.Sc. Alvaro Celis F.

Codirector

Universidad de Cundinamarca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Fusagasugá

2017

EFFECTO DEL DESHOJE SOBRE LA PRODUCCION Y PRESENCIA DE  
ENFERMEDADES EN DOS GENOTIPOS DE HABICHUELA TIPO VOLUBLE  
EN LA GRANJA LA ESPERANZA

BRIAN EDUARDO MORENO CRUZ

LAURA LUCIA VASQUEZ PULIDO

Trabajo Presentado como Requisito para optar al Título de Profesional en  
Ingeniería Agronómica

I.A., M.Sc. Arlette Ivonne Gil Clavijo.

Directora

I.A., M.Sc. Alvaro Celis F.

Codirector

Universidad de Cundinamarca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Fusagasugá

2017

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## **DEDICATORIA**

A Dios quien nos supo guiar y llegar a este momento tan especial en nuestras vidas.

A mis padres Alfonso Vásquez y María Pulido por su amor, apoyo, comprensión y cariño durante toda mi vida.

A mis hermanos David, Sebastián, Natalia y Daniel por ser mi alegría y parte esencial en mi vida

Laura Vásquez

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis queridos abuelitos, que son las personas después de mi madre que más se preocupan por mí y siempre han estado en todo momento para brindarme su apoyo.

Brian Moreno

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del siguiente trabajo, manifiestan sinceros agradecimientos a:

Dios por darnos la vida y permitirnos cumplir todas nuestras metas

Nuestros padres, hermanos, abuelos y demás familiares que hicieron posible la realización del siguiente trabajo, por contribuir en nuestra superación profesional.

Ing. M. Sc Arlette Ivonne Gil, directora de trabajo de grado por su apoyo durante todo nuestro proceso formativo.

Ing. M. Sc Álvaro Celis, por su colaboración y disposición durante todo el trabajo de grado.

La granja la Esperanza y su equipo de trabajo por su asesoramiento.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCION	15
1 OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3 JUSTIFICACIÓN	18
4 MARCO REFERENCIAL	20
4.1 ORIGEN	20
4.2 DESCRIPCIÓN TAXONOMICA DE LA HABICHUELA	20
4.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	21
4.3.1 Tipo I: hábito de crecimiento determinado arbustivo	21
4.3.2 Tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo	22
4.3.3 Tipo III: hábito de crecimiento indeterminado postrado	22
4.3.4 Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador	23
4.4 DESCRIPCION MORFOLÓGICA	23
4.4.1 Raíz	23
4.4.2 Tallo	24
4.4.3 Hojas	24
4.4.4 Inflorescencia y flores	24
4.4.5 Flor	25
4.5 ETAPAS DE DESARROLLO DE LA HABICHUELA	25
4.6 PRACTICAS CULTURALES	26
4.6.1 Preparación del suelo	26
4.6.2 Riego	27
4.6.3 Tutorado	28
4.7 ENFERMEDADES	29

4.7.1	Antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ):	29
4.7.2	Mildeo polvoso ( <i>Erysiphe polygoni</i> )	31
4.8	RELACIÓN FUENTE - VERTEDERO	33
4.9	MOVILIZACIÓN DE FOTOASIMILADOS	34
5	MATERIALES Y MÉTODOS	35
5.1	MATERIALES	35
5.1.1	Material Vegetal	35
5.1.2	Materiales de campo y laboratorio	35
5.2	METODOLOGIA	36
5.2.1	Localización	36
5.2.2	Diseño experimental	36
5.2.3	Descripción de tratamientos	37
5.3	VARIABLES EVALUADAS	39
5.3.1	Características agronómicas	39
5.3.1.1	Rendimiento	39
5.3.1.2	Número de vainas por planta	39
5.3.1.3	Incidencia de Mildeo Polvoso ( <i>Erysiphe poligony</i> ) y Antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> )	40
5.3.2	Características de Calidad	40
5.3.2.1	Peso de vainas por planta	40
5.3.2.2	Peso de 10 vainas	40
5.3.2.3	Longitud de vainas	40
5.4	TIPO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
6	RESULTADOS Y DISCUSION	41
6.1	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	41
6.1.1	RENDIMIENTO	41
6.1.2	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA	44
6.1.3	INCIDENCIA DE MILDEO POLVOSO	47
6.2	CARÁCTERÍSTICAS DE CALIDAD	49
6.2.1	PESO DE VAINAS POR PLANTA	49
6.2.2	PESO DE DIEZ VAINAS	52
6.2.3	LONGITUD DE VAINAS	54

7	CONCLUSIONES	56
8	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFIA	58
	ANEXOS	68



## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Distribución de la lámina de riego para el cultivo de una hectárea de habichuela (Vallejo y Estrada, 2004). 37
- Tabla 2.** Tipos de tutorado de la habichuela. Fuente: (Díaz et al., 2002). 28
- Tabla 3.** Materiales de campo y laboratorio utilizados durante la evaluación efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la esperanza 35
- Tabla 4.** Agroclimatología Granja la Esperanza. Fuente: (Acevedo y Montoya 2007) 36
- Tabla 5.** Resultados de rendimiento obtenidos en la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 42
- Tabla 6.** Número de vainas por planta de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 45
- Tabla 7.** Incidencia de Mildeo Polvoso (*Erysiphe polygoni*) (%) en Habichuela campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 48
- Tabla 8.** Peso de vainas por planta de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 51

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Inflorescencias terminales o axilares del frijol común (CIAT, 1984). 25
- Figura 2.** Etapas de desarrollo de la habichuela. Adaptado de Arias et al., (2007) 26
- Figura 3.** Ciclo de la enfermedad Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) para diferentes cultivos. Tomado de Agrios (2004) 30
- Figura 4.** Ciclo de la enfermedad mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) para frijol. Tomado de Agrios (2004) 32
- Figura 5.** Diseño de bloques completamente al azar establecido en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 38
- Figura 6.** Descripción de la poda, según los tratamientos para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 39
- Figura 7.** Rendimiento (g) de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 41
- Figura 8.** Número de vainas por planta para cada uno de los tratamientos evaluados campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 45
- Figura 9.** Incidencia de Mildew Polvoso (*Erysiphe polygoni*) (%) en habichuela campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 47

**Figura 10.** Peso de vainas por planta (g) de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 50

**Figura 11.** Peso de 10 vainas (g) en habichuela en cada uno de los tratamientos evaluados en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 53

**Figura 12.** Longitud de vainas (cm) en cada uno de los tratamientos evaluados en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza. 54

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Rendimiento	68
<b>ANEXO 2.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Número de vainas por planta	69
<b>ANEXO 3.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Incidencia de Mildeo polvoso ( <i>Erysiphe polygoni</i> )	70
<b>ANEXO 4.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Peso de vainas por planta	71
<b>ANEXO 5.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable peso de diez vainas	72
<b>ANEXO 6.</b> Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Longitud de vainas	73

## RESUMEN

La región del Sumapaz es una de las regiones con mayor producción de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia, especialmente en los municipios de Fusagasugá, Arbeláez, Pasca, Tibacuy, San Bernardo y Venecia con una producción anual que alcanza las 12.000 toneladas/año. La habichuela al ser una especie de hábito indeterminado, se desarrolla al mismo tiempo su crecimiento vegetativo y reproductivo compitiendo por sus fotoasimilados producidos. El deshoje favorece la aireación de la planta y se evita la incidencia de enfermedades del follaje, permite el equilibrio entre el follaje, fecundación y el desarrollo de los frutos.

Para determinar el efecto de la poda sobre el rendimiento y la presencia de enfermedades en la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) se realizó un ensayo en la granja la Esperanza, vereda Guavio Bajo Fusagasugá Cundinamarca, el cual consistió en la evaluación de dos variedades de habichuela LE 138 y LE 140, utilizando un diseño de bloques completamente al azar DBCA en el cual se manejaron cuatro tratamientos; sin deshoje, deshoje en el tercio inferior, medio y superior, evaluando las siguientes características: rendimiento, vainas por planta, peso de vainas por planta, peso de diez vainas, longitud de vainas e incidencia de enfermedades.

De los resultados obtenidos ambas variedades mostraron que el deshoje es una práctica que disminuye el rendimiento, siendo el tratamiento sin deshoje el que mayor producción mostró. En cuanto a las variables peso de vainas por planta, peso de diez vainas, longitud de vainas y número de vainas por planta no se presentaron diferencias significativas. En la incidencia de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) ambas variedades mostraron ser susceptibles a esta enfermedad y ninguno de los tratamientos mostró diferencias significativas.

**Palabras Clave:** *Phaseolus vulgaris* L., deshoje, relación fuente-vertedero, fotoasimilados, crecimiento indeterminado.

## ABSTRACT

The Sumapaz region is one of the regions with greater production of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Colombia, especially in the municipalities of Fusagasugá, Arbeláez, Pasca, Tibacuy, San Bernardo and Venecia with an annual production reaching the 12,000 tonnes per year. The bean to be a kind of indeterminate habit, develops at the same time its vegetative and reproductive vying for their photosynthates growth. Defoliation favours the aeration of the plant and prevents foliage diseases incidence, it allows the balance between foliage, fertilization and development of the fruit.

To determine the effect of pruning on the yield and the presence of diseases in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) a trial was conducted at the farm la Esperanza, sidewalk low Guavio, Fusagasugá, Cundinamarca which was to evaluate two varieties of bean you 138 and LE 140, using a design of completely randomized blocks DBCA which were handled four treatments; no leaf removal, leaf removal in the lower third, middle and upper. Evaluating the following characteristics: performance, pods per plant, weight of pods per plant, weight of ten pods, length of pods and incidence of diseases. The results obtained both varieties showed that defoliation is a practice that decreases performance, still the treatment without defoliation that showed increased production. About the variable weight of pods per plant, weight of ten pods, length of pods and number of pods per plant there were no significant differences. The incidence of sphaceloma mildew (*Erysiphe polygoni*) both varieties were shown to be susceptible to this disease and none of the treatments showed significant differences

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., leaflessness, source-sink relationship, photosynthates, indeterminate growth.

## INTRODUCCION

La producción hortícola nacional es muy heterogénea y dispersa. Se cultivan aproximadamente 42 especies, en los diferentes pisos térmicos del país. En 2004 se sembraron 119.500 hectáreas y se obtuvo una producción de 1.350.000 toneladas. Las hortalizas más cultivadas corresponden a arveja, tomate, cebolla de bulbo, cebolla junca, arracacha, zanahoria, cilantro, habichuela, zapallo y repollo que concentran el 85% del área sembrada (Vallejo, 2004).

En diversos cultivos tales como el tomate, la uva, el cacao, el café, la mora de Castilla entre otros, la remoción de hojas o poda es una práctica frecuente que se lleva a cabo para facilitar la cosecha y sirve como medida sanitaria en la que se removerán hojas ya enfermas que contribuyen a disminuir microclimas que ayuden con la propagación de enfermedades como lo son antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), con el fin de permitir mejores condiciones para aquellas partes que quedan en la planta y que tiene que ver con la producción y a la vez eliminar aquellas partes que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (Noreña *et al.*, 2006), la remoción hojas se puede realizar de varias formas según el criterio y la experiencia del agricultor. La poda de las hortalizas se rige por la relación fuente-vertedero, donde las hojas son los principales órganos fuentes que producen fotoasimilados, los cuales son descargados en cada uno de los órganos vertedero.

Este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la poda de ramas en el cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris L.*), sobre los parámetros de producción tales como número de vainas por planta, peso de vainas por planta y peso de las vainas. Así mismo evaluar la presencia de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), como respuesta a la poda de ramas en dos genotipos.

Se pretende además dar una guía a los agricultores sobre la importancia de la poda y si esta influye sobre la relación fuente vertedero de la habichuela, la cual determina la producción y calidad de las vainas.

# 1 OBJETIVOS

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto de la poda de ramas sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el efecto de la poda de ramas sobre los parámetros de producción, número de vainas por planta, peso de vainas por planta, peso de diez vainas y longitud de vainas.

Evaluar la incidencia de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), como respuesta a la poda de ramas en dos genotipos de habichuela.



## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En habichuela parte de las vainas cosechadas no alcanzan el tamaño deseado y pueden causar pérdidas en la calidad y por lo tanto en el precio, que se puede obtener al momento de la comercialización.

El deshoje es una práctica que consiste en remover hojas o folíolos ya que es una manera de aumentar la producción y mejora la calidad de las vainas. Es un método para erradicar problemas fitosanitarios en follaje, los cuales disminuyen la capacidad productiva de la planta.

Existen parámetros en la producción como el rendimiento por área y peso de las vainas que, por planta, que determinan el beneficio aportado por el deshoje.

¿Cómo puede afectar el deshoje, en los tres diferentes estratos, en relación con el peso y número de las vainas por planta?

¿Podría el deshoje evitar la presencia de enfermedades fúngicas en los dos diferentes genotipos?

### 3 JUSTIFICACIÓN

Cundinamarca sobresale a nivel departamental como productora de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), es así como en muchos de sus municipios se encuentra el cultivo de esta hortaliza, representando la mayor participación con el 63,2% en el país. Por otro lado, el MADR en el 2008 identificó 10 cultivos de importancia en la producción nacional tales como: tomate, cebolla cabezona, zanahoria, cebolla junca, repollo, ahuyama, habichuela, pimienta, arveja y lechuga los cuales representaron el 92% de la producción total nacional durante 2007(Bustamante *et al*, 2009).

En Colombia existen variedades de habichuelas arbustivas y de enredadera. Las arbustivas no son muy aceptadas por los agricultores debido a que producen muchas pérdidas en el cultivo por la pudrición de vainas, cuando entran en contacto con la superficie del suelo, además de que no son muy apetecidas en el mercado. Por el contrario, las variedades de enredadera son las más apetecidas tanto por los cultivadores como por los consumidores. (Sotelo, 2009). Debido a la necesidad de conocer cómo se comportan estas nuevas variedades desde el año 2008 la oficina de investigación universitaria de la Universidad de Cundinamarca, está seleccionando unos genotipos de habichuela (*Phaseolus 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 (Ospina y Rodríguez, 2015).

Se ha demostrado que la poda de ramas mejoran el tamaño y calidad del fruto, previene el exceso de asentamiento de frutos, facilita la penetración de la luz a través del dosel y prolonga la vida productiva (Zegbe y Esparza, 2007). Al ser el frijol una especie con crecimiento indeterminado; su crecimiento de ramas y de frutos compiten por los fotoasimilados (Fischer *et al.*, 2011), la poda está muy relacionada con la producción y depende mucho del número y estado fitosanitario de las ramas productivas (Casierra-Posada y Fischer, 2012). Las hojas tienen un efecto indirecto en la partición de materia seca a través de la formación de órganos de destino. Entre los destinos existe cierta jerarquía, dentro de la cual algunos órganos sufren menos la reducción en la disponibilidad de asimilados, siendo los frutos menos sensibles que las flores.

Los frutos son los responsables de dirigir el flujo de asimilados (y la fuerza de los mismos como destinos está dada por su tamaño, potencialmente determinado por la cantidad de células fijadas en la anthesis y por su actividad. (Martínez *et al*, 2001).

Con la ejecución de esta investigación se podrá comprobar la importancia del deshoje manejando tres estratos y cuál de estos representa un mayor beneficio en la distribución de los fotoasimilados para el llenado de vertederos, además de ser una medida sanitaria útil para la disminución de enfermedades.

## 4 MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ORIGEN

La especie (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa muy importante en el consumo humano, por presentar una rica fuente de proteínas, vitaminas, minerales y fibra para las poblaciones más pobres de África y América latina (Broughon *et al.*, 2003).

De acuerdo a la distribución geográfica de las especies pertenecientes al género *Phaseolus*, se considera que sus orígenes son de Mesoamérica (Delgado *et al.*, 2006).

Sus regiones de origen y domesticación son los Andes suramericanos, América Central y México, el frijol común se ha extendido a otras partes de las Américas (de unos 35° o mayores a 50° latitud N y desde el nivel del mar hasta 3000 m de altitud). Posteriormente, se introdujo en África, Asia, Europa y Oceanía (Miklas & Singh, 2007).

En *Phaseolus vulgaris* se definieron dos grandes acervos genéticos: mesoamericano y andino, y la principal característica que los diferencia es la variación en la proteína faseolina, sin embargo, también presenta diferencias tanto morfológicas como moleculares (Blair *et al.*, 2006).

Estos acervos a su vez fueron divididos en 6 razas donde el acervo andino lo constituyen las razas Nueva Granada, Chile y Perú, por otro lado, el acervo mesoamericano es constituido por las razas Durango, Jalisco, Mesoamérica y Guatemala la cual fue en la última década (Matthew W. Blair, Diaz, & Acosta-Gallegos, 2013).

(*Phaseolus vulgaris* L.) después de su domesticación en América Central, se ha extendido a otras zonas de América y aun a otros continentes, en primera instancia a Europa y posteriormente a África, Asia y Oceanía (Miklas & Singh, 2006).

### 4.2 DESCRIPCIÓN TAXONOMICA DE LA HABICHUELA

De acuerdo con Valladares (2010) la taxonomía de la habichuela es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboidae

Tribu: Phaceolae

Subtribu: Phaseolinae

Género: *Phaseolus*

Especie: *P. vulgaris* L. (Asignado por Linneo en 1753)

### **4.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Hábito de crecimiento: el porte de la planta está determinado por la forma y posición del tallo y de las ramificaciones, distinguiéndose los siguientes tipos: Tipo I: Hábito de crecimiento determinado.

#### **4.3.1 Tipo I: hábito de crecimiento determinado arbustivo**

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.

En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.

La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.

La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

#### **4.3.2 Tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo**

Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.

Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.

El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.

Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

#### **4.3.3 Tipo III: hábito de crecimiento indeterminado postrado**

Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.

La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.

El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.

El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

#### **4.3.4 Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador**

A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.

Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.

El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.

La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración (Arias *et al.*, 2007).

El rasgo más evidente del frijol voluble es la capacidad de trepar y la necesidad de un tutorado en sistemas productivos. Genotipos de frijol común voluble tienen el potencial de rendimiento más alto entre todas las accesiones de especies que se encuentran. Por lo tanto, el frijol voluble es particularmente útil para las pequeñas propiedades en donde la superficie disponible es limitada, pero no la mano de obra, y donde la demanda de granos es alta (Barbosa, 2016).

### **4.4 DESCRIPCION MORFOLÓGICA**

#### **4.4.1 Raíz**

En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Como miembro de la subfamilia Papilionoideae, (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son generalidades del cultivo colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta (Kwak & Gepts, 2009).

#### **4.4.2 Tallo**

Es el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Originándose desde el meristemo apical del embrión de la semilla; Desde la germinación y las primeras etapas de desarrollo de la planta. Este meristemo presenta una fuerte dominancia apical y su proceso de desarrollo se genera nudos. El nudo es el punto de inserción de las hojas en el tallo. El ángulo formado entre el peciolo y el tallo se denomina axila; donde luego aparece un complejo de yemas que se desarrollan como ramas laterales y/o inflorescencias. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. Generalmente con un diámetro mayor al de las ramas. Puede ser erecto, semiprostrado, o prostrado. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, el número de nudos del tallo es mayor que una planta de hábito de crecimiento determinado. Para realizar un contero en el número de nudos. Se establece una etapa como floración y maduración (Chacón *et al.*, 2005).

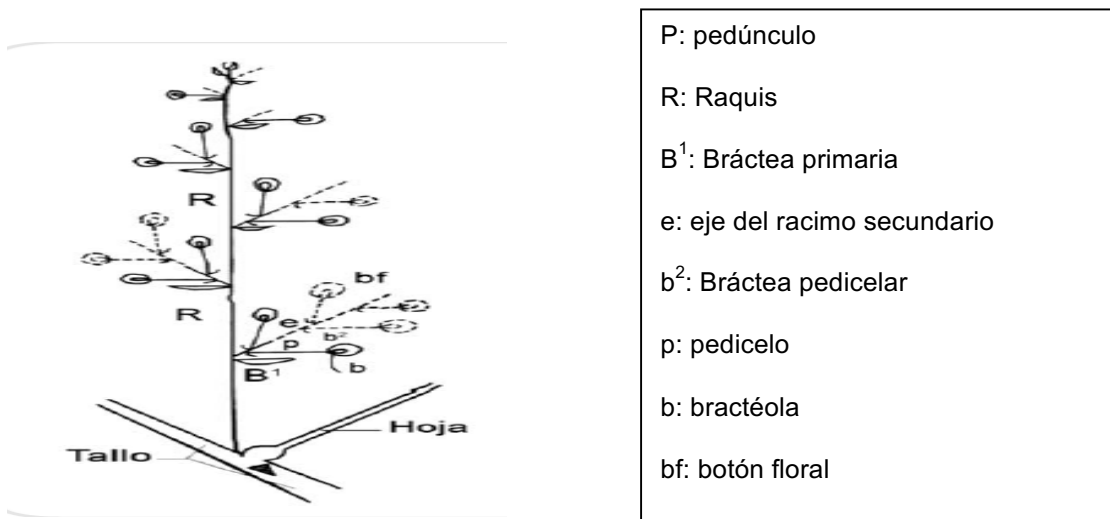
#### **4.4.3 Hojas**

Las hojas primarias son simples (unifoliadas) y opuestas, unidas en un mismo nudo. Generalmente horizontales. Las primeras hojas trifoliadas aparecen en la etapa vegetativa tres. Los entrenudos entre las hojas primarias y las hojas trifoliadas son cortos. En las axilas de cada hoja, se encuentra una triada de yemas que pueden originar estructuras vegetativas o reproductivas (Zizumbo *et al.*, 2005).

#### **4.4.4 Inflorescencia y flores**

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis (figura 1). En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984).





**Figura 1.** Inflorescencias terminales o axilares del frijol común (CIAT, 1984).

#### 4.4.5 Flor

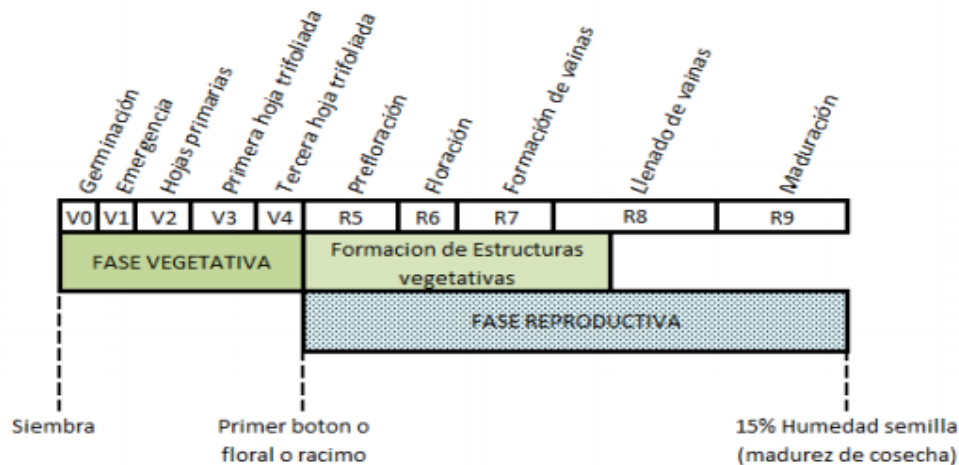
La flor posee diez anteras y un solo ovario multiovulado y es predominante la autopolinización, su vaina puede ser recta o ligeramente curva y su semilla puede ser redondeada, elíptica, aplanada o alargada (Mayor, 2010).

El tamaño del grano se determina a través del peso de 100 semillas, y se clasifican en pequeño (hasta 25 gr), mediano (25-40 gr), y grandes (desde 40 gr). La combinación de la forma, tamaño y color de la semilla, dan origen a clases comerciales las cuales son fundamentales en el mercado de frijol común en cada región que es consumido (Voyses, 2000).

### 4.5 ETAPAS DE DESARROLLO DE LA HABICHUELA

El ciclo vegetativo del frijol puede variar entre 80 a 180 días. El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva (Barrios, 2011).

La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos, para así dar lugar a la fase reproductiva, la cual está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales o racimos y la madurez de cosecha. Se ha identificado 10 etapas en el desarrollo del frijol (figura 2), cada etapa comienza en un evento del desarrollo, cuyo nombre la identifica, y termina donde se inicia el siguiente evento, y así sucesivamente (Arias *et al.*, 2007).



**Figura 2.** Etapas de desarrollo de la habichuela. Adaptado de Arias *et al.*, (2007)

## 4.6 PRACTICAS CULTURALES

### 4.6.1 Preparación del suelo

En suelos con pendientes debe hacerse el mínimo laboreo; en zonas con abundante lluvia o zonas que requieren riego deben elaborarse caballones para ayudar al drenaje. Cuando los suelos son mecanizables debe hacerse una arada y dos rastrilladas y darle una nivelación al terreno. Los agricultores acostumbran a domar los suelos que han estado en barbecho, sembrando inicialmente un cultivo colonizador como tomate y frijol. Luego de su cosecha proceden a picar el suelo hasta dejarlo mullido (Acosta y Santamaría, 1999).

#### 4.6.2 Riego

La habichuela tiene un requerimiento hídrico de 250-400 mm durante el ciclo vegetativo. Las variedades de hábito determinado tienen un requerimiento menor de agua durante su ciclo de 80-85 días que las variedades de hábito indeterminado, con un ciclo de 85-95 días. Las necesidades hídricas del cultivo pueden suplirse mediante el riego, distribuyendo el agua en las diferentes etapas del cultivo y haciendo los ajustes necesarios de acuerdo al régimen de lluvia que se presente en la zona (Vallejo y Estrada, 2004).

En la tabla 1 se observa el esquema de la distribución de lámina de riego con base en las cuatro etapas fenológicas de un cultivo de habichuela.

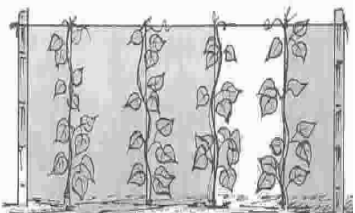
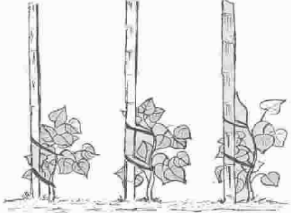
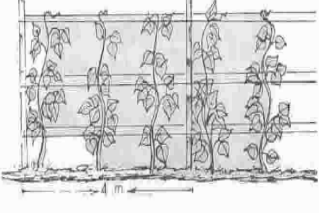
**Tabla 1.** Distribución de la lámina de riego para el cultivo de una hectárea de habichuela (Vallejo y Estrada, 2004).

<b>Etapas Fenológicas</b>	<b>Días</b>	<b>Lamina requerida (mm)</b>	<b>Lamina semanal (mm)</b>	<b>No. Riegos semana</b>	<b>Cantidad de agua riego (l)</b>
Siembra-inicio de floración	0-34 (5 Semanas)	130	26	4	65.000
Floracion-Inicio llenado de vainas	35-47 (2 Semanas)	80	40	4	100.000
Llenado de vainas	48-58 (2 Semanas)	120	60	4	150.000
Llenado de vainas-inicio de cosecha	58-75 (3 Semanas)	60	20	3	66.000
Totales	80 (12 Semanas)	390		15	

### 4.6.3 Tutorado

El uso de guía o tutorado tiene una mayor justificación en zonas húmedas donde es posible que se registre exceso de lluvias durante el ciclo vegetativo. Con este sistema de cultivo los frutos quedan colgando y no hacen contacto con el suelo, obteniéndose mayor cantidad de frutos con coloración uniforme y atractiva, libres de manchas. Además, se facilitan las labores de recolección y de aplicación de productos. El tipo de tutorado y amarre requeridos, están en función de la densidad de siembra, la topografía del terreno, la disponibilidad de materiales (Tabla 2). Existen varios sistemas de tutorado y amarre para el cultivo, que dependen de la región y del material genético empleado en la siembra (Díaz, *et al.*, 2002).

**Tabla 2.** Tipos de tutorado de la habichuela. Fuente: (Díaz *et al.*, 2002).

<b>Entable</b>	<b>Estaca individual</b>	<b>Florida o Espaldera</b>
<p>Consiste en colocar una armazón con estantillos o varas al principio o al final del surco y varas más delgadas cada 4 o 5 metros.</p> <p>Se tiene un alambre por encima de los estantillos a 1,5 metros y con cabuya, se hacen amarres periódicos para sujetar las ramas a dicho armazón.</p>	<p>Generalmente se emplean varas de guadua o caña brava, se clava una vara al pie de cada planta y se hacen tres amarres con cabuya.</p>	<p>Al principio del surco se coloca una vara de madera que sobresalga a 2 metros y a lo largo del surco se ponen estas varas cada 3 a 5 metros.</p> <p>Luego se tiran cordeles cada 40 centímetros a partir del nivel del suelo con estacones por ambos lados.</p>
		

## 4.7 ENFERMEDADES

### 4.7.1 Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*):

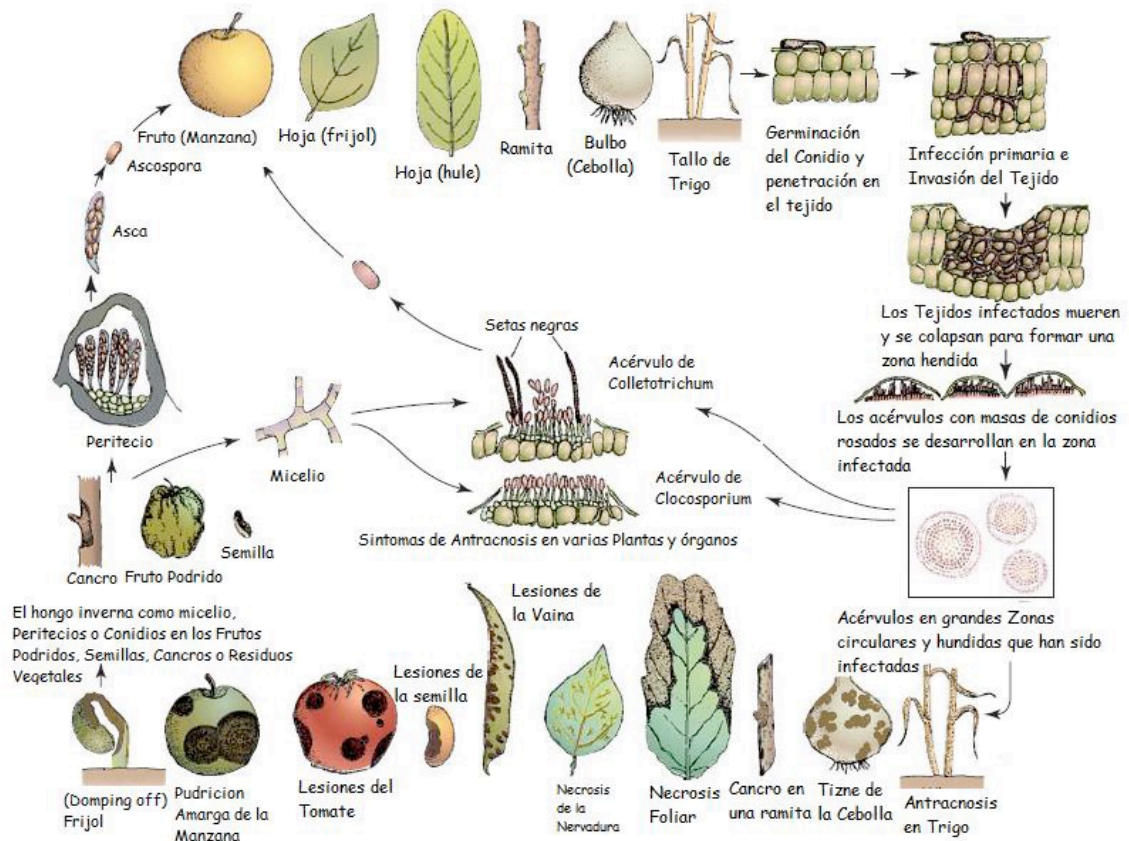
(*Colletotrichum lindemuthianum*) causa la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), una de las enfermedades más limitantes en la producción de este cultivo en el mundo. Esta enfermedad ocasiona pérdidas de rendimientos de hasta el 95%, especialmente cuando se cultivan variedades de frijol susceptibles al patógeno en regiones con altos niveles de humedad, temperaturas moderadas y precipitaciones frecuentes (Martínez *et al.*, 2014).

La enfermedad es común en zonas con alturas superiores a los 1500 msnm, temperaturas frías a moderadas y con alta humedad relativa. La antracnosis también se puede presentar con severidad en zonas de clima medio, donde persistan condiciones de lluvias continuas. Aunque la antracnosis se puede presentar desde los primeros estados de desarrollo del cultivo, es especialmente severa y dañina en época de floración y formación de vainas. En esta época se debe extremar las medidas de control. Cuando la vaina está muy afectada por la enfermedad el hongo penetra la semilla y se transmite en ella (Tamayo y Londoño, 2001).

La antracnosis afecta todas las partes aéreas de la planta, incluyendo hojas, pecíolos y vainas. Las plántulas también pueden verse afectadas. Las lesiones en las hojas y pecíolos pueden ocurrir en ambos lados de la superficie de la hoja (figura 3). Las lesiones comienzan como manchas de color rojizo-púrpura que progresan a lesiones pardo-negro. Los síntomas en las vainas son de color rojizo óxido lesiones de color o manchas que se convierten en lesiones de color habano hundidos rodeados por anillos de color negro. Las lesiones en las vainas van del 1-10 mm de diámetro (Edmunds y Holmes ,2007).

El manejo de la antracnosis del frijol se fundamenta en la utilización de semilla certificada libre del patógeno, control químico con fungicidas sistémicos y protectantes y la siembra de variedades resistentes. Este último aspecto es fundamental para el manejo de la enfermedad, especialmente en sistemas de producción con pequeños productores, donde el acceso a semilla comercial y fungicidas es muy limitado por motivos económicos y ambientales. La generación de variedades de frijol con resistencia duradera a *Colletotrichum lindemuthianum*

es difícil de lograr, debido a los altos niveles de variabilidad genética y patogénica del hongo, del cual hasta el momento se han identificado más de 100 razas en el mundo (Pinto *et al.*, 2012).



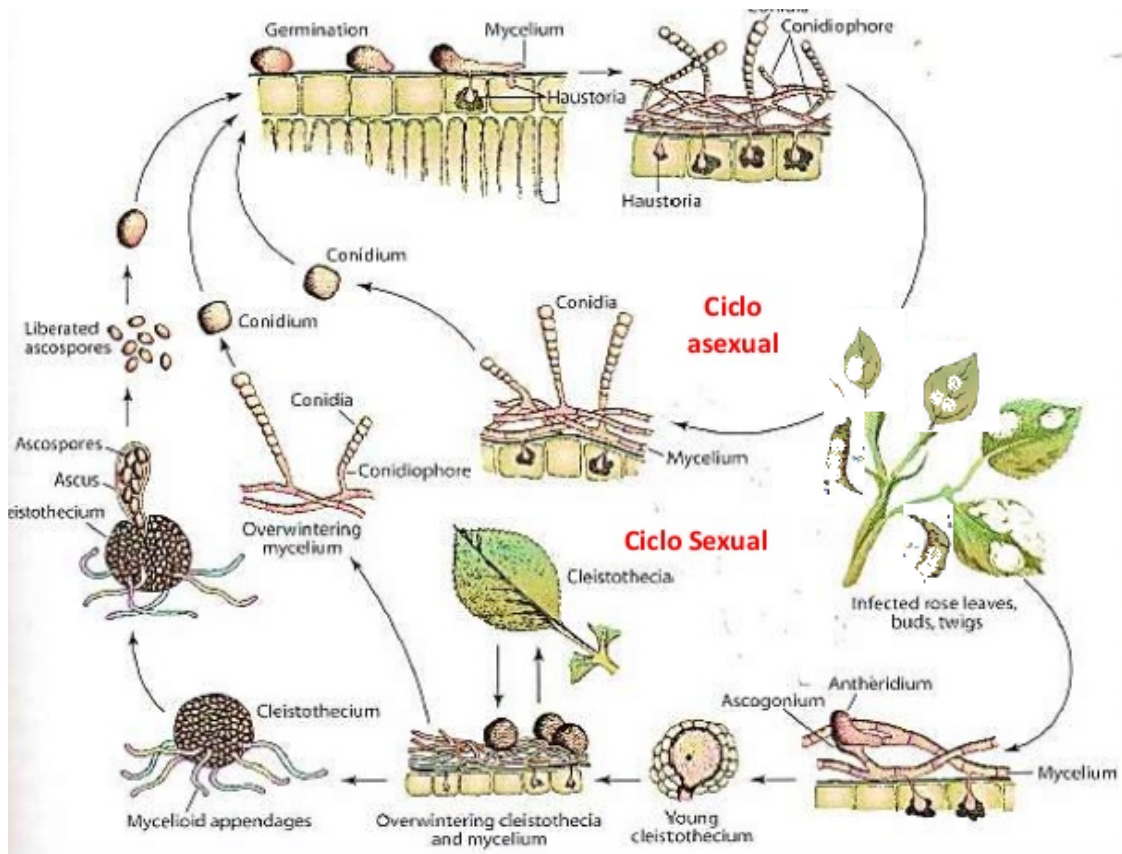
**Figura 3.** Ciclo de la enfermedad Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) para diferentes cultivos. Tomado de Agrios (2004)

#### **4.7.2 Mildeo polvoso (*Erysiphe polygoni*)**

El mildero polvoso causa disminución en los nutrientes del área afectada, reduce la fotosíntesis, incrementa la respiración y transpiración, disminuye su crecimiento y reduce su productividad, a veces de un 20% a un 40%, pero rara vez mata a su huésped. En el desarrollo sexual o vegetativo (figura 4), las conidias empiezan a germinar de dos a cuatro horas después de haberse depositado sobre el tejido del huésped; luego se produce en uno de los extremos de la conidia un tubo germinativo primario corto y dentro de las seis horas siguientes se forma un apresorio inicial (Perilla & Sanabria, 2007)

A partir de los apresorios se desarrolla una hifa de penetración, que llega hasta las células epidérmicas en donde forma sus estructuras denominadas haustorios, que se pueden detectar después de 16-20 horas, esta le permite al microorganismo obtener los nutrientes necesarios para su posterior desarrollo y colonización; con la toma de nutrientes se comienza a producir un micelio blanco ramificado, septado y con células uni-nucleadas en la epidermis del huésped (Agrios, 2005).

Los síntomas iniciales se observan tanto en haz como en el envés de las hojas como manchas redondas ligeramente oscurecidas, de color blanquecino que da una apariencia polvosa, posteriormente la hoja y la planta completa pueden cubrirse con micelio polvoso deformando tallos y legumbres, dando como resultado pérdidas en rendimiento (Peralta *et al.*, 2007).



**Figura 4.** Ciclo de la enfermedad mildew polvoso (*Erysiphe polynoni*) para frijol. Tomado de Agrios (2004).



#### 4.8 RELACIÓN FUENTE - VERTEDERO

Entre los azúcares sintetizados en una planta, sólo unos pocos son transportados por el floema sobre una larga distancia, sea cual sea la especie y el tipo de carga del floema considerado. En todos los casos, la sacarosa es la forma principal de carbono que se encuentra en el floema. Además de la sacarosa, polioles (principalmente sorbitol y manitol) y oligosacáridos de la familia de la rafinosa se pueden también encontrar. En algunas especies, tanto de polioles y rafinosa se encuentran en el floema (Rennie y Turgeon, 2009).

El transporte en el floema tiene lugar desde las fuentes a los sumideros, las fuentes son órganos en los que los azúcares se incorporan al tubo criboso. Ello implica la síntesis de formas de transporte, comúnmente sacarosa, y la disponibilidad de carbohidratos en cantidad superior a la necesaria para cubrir las necesidades metabólicas, los sumideros son órganos importadores de carbohidratos. Estos azúcares pueden ser utilizados en el metabolismo y el crecimiento (sumideros consuntivos) o almacenarse como reserva (sumideros de almacenamiento) (García y Guardiola, 2008).

Según muchos estudios, hasta un 80% de carbono fijo fotosintético puede ser exportado por las hojas maduras. La cantidad de sacarosa disponible para la exportación a partir de hojas de código depende de varios parámetros: la actividad fotosintética (fijación de carbono), la partición entre la síntesis de almidón en el cloroplasto y de triosa-fosfato exportado desde el cloroplasto para la síntesis de sacarosa y el almacenamiento transitorio de la sacarosa en la vacuola. Si uno de estos factores se altera, la cantidad de sacarosa disponible para la exportación se ve afectada y por lo tanto las relaciones de fuente / sumidero puede ser alterado. (Lemoine *et al.*, 2013).

Para que las plantas alcancen un desarrollo equilibrado y optimizar su capacidad reproductiva, la prioridad de acceso a los fotoasimilados necesita ser establecida entre los sumideros. Los cambios en la partición de carbono e interruptores entre las vías apoplásticas y simplásticas se producen durante todo el desarrollo o como respuesta al medio ambiente ( Godt & Roitsch, 2006).

Una reducción en el número de sumideros aumenta el transporte de sustancias hacia los restantes, y es la base de prácticas hortícolas como el aclareo (la eliminación de parte de los frutos en desarrollo aumenta la velocidad de crecimiento y el tamaño final de los restantes) o el despuntado (al eliminar el ápice de los brotes, se reduce el consumo de metabolitos en el desarrollo vegetativo, lo

que favorece los procesos reproductivos, como el cuajado del fruto y la formación de semillas)(García y Guardiola, 2008).Una de las ventajas que representa la poda de hojas es la precocidad que le imprime a los cultivos, permitiendo cosechar antes. Al limitar el crecimiento vegetativo de la planta, se permite aumentar la densidad y con ello la precocidad en la obtención de grandes volúmenes. La poda mejora la distribución de la luz en la planta, permitiendo mayor temperatura en los frutos, por lo que maduran antes (Duimovic, 1989).

Con respecto a la fotosíntesis, la poda de ramas puede incrementar el tamaño de las hojas y de las células del mesófilo, además puede influir en la fotosíntesis de las hojas restantes mediante la formación de muchos puntos de crecimiento nuevos. La poda aumenta la entrada de luz a la copa, lo que incrementa la fotosíntesis por hoja y además la formación de órganos productivos que requieren de exposición a la luz. Naturalmente, con la eliminación de ramas sobrantes se disminuye la pérdida de fotoasimilados por respiración (Fisher, 2005).

#### **4.9 MOVILIZACIÓN DE FOTOASIMILADOS**

La biomasa aérea o biomasa dosel pueden entenderse en un sentido fisiológico, como el resultado de la fotosíntesis neta acumulada del cultivo, y está directamente relacionada con la producción de fotoasimilados, por esta razón la producción de biomasa es un indicador de vigor y rendimiento. El objetivo del mejoramiento genético de plantas es seleccionar genotipos que produzcan mayor cantidad de materia seca (fuente de fotoasimilados) acompañada de una mayor capacidad de asignación de fotoasimilados al grano (Beebe *et al.*, 2013).

Existen reportes que indican que esta relación es directa y es usada para inferir acerca de la capacidad de los genotipos y se ha encontrado una relación positiva entre la biomasa de dosel en la mitad del llenado de la vaina y el rendimiento de grano (Rao *et al.*, 2013).

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

#### 5.1.1 Material Vegetal

Dos genotipos de habichuela tipo voluble con crecimiento indeterminado tipo IV: LE 138 y LE 140.

#### 5.1.2 Materiales de campo y laboratorio

Para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la esperanza se utilizó los siguientes materiales e insumos (tabla 3):

**Tabla 3.** Materiales de campo y laboratorio utilizados durante la evaluación efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la esperanza

<b>MATERIALES</b>	<b>INSUMOS</b>
Estacas	Microriego Inicio
Varas	DAP
Postes	Cero stress
Alambre	Imidacloprid
Hilaza	Diafenthiuron
Balanza	Sufoxaflor
Bolsas Plásticas	Azucro
Bomba de espalda	Nitrato de Potasio
Regaderas	Microriego Producción

## 5.2 METODOLOGIA

### 5.2.1 Localización

El proyecto se realizó en la Granja “La Esperanza”, vereda Guavio Bajo en el Municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), ubicada con las coordenadas N 04° 23' 03,8"; W 74° 23' 23,3.

Las características agroecológicas de la granja La Esperanzase observan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Agroclimatología Granja la Esperanza. Fuente: (Acevedo y Montoya 2007).

<b>Altura promedio</b>	1550 msnm
<b>Temperatura media anual</b>	18-24 °C
<b>Precipitación media anual</b>	1389.4 mm/año
<b>Precipitación mensual</b>	115.783 mm
<b>Humedad relativa</b>	65.6 %
<b>Textura del suelo</b>	Franco arcillosa
<b>Tipo de Clima ambiental</b>	Medio Húmedo

### 5.2.2 Diseño experimental

El proyecto se llevó a cabo mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar (BCA), se manejaron cuatro tratamientos en ambos genotipos y cada tratamiento contó con tres repeticiones (figura 5).

Se tenía un lote de 400 m<sup>2</sup> en el cual se manejó una distancia de siembra de 0,4 m entre plantas y 1 m entre surcos, en cada unidad experimental había un área de 12 m<sup>2</sup> con una población de 45 plantas.

### 5.2.3 Descripción de tratamientos

Para cada tratamiento se manejaron diferentes tipos de defoliación (Figura 6):

**Tratamiento 1 (T1):** Plantas sin deshoje

**Tratamiento 2 (T2):** Deshoje en el tercio inferior de las plantas en ambos genotipos, el cual se realizó después de la primera cosecha, en la que se podaron las hojas que se encontraban en los primeros 60 cm de altura desde el suelo.

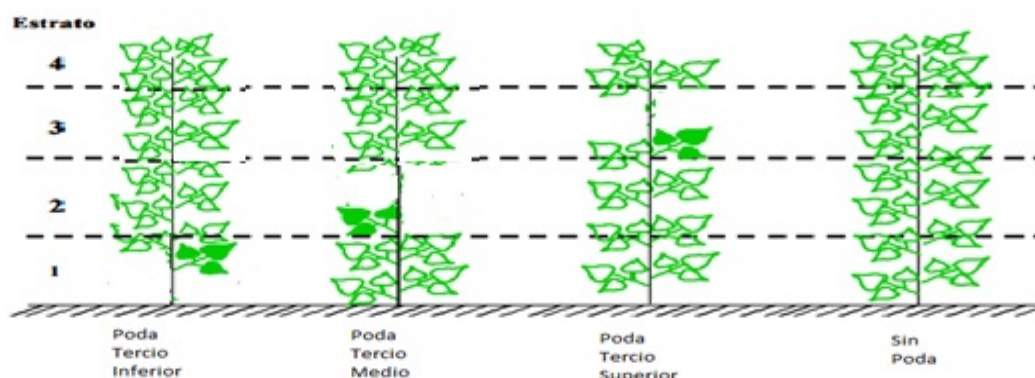
**Tratamiento 3 (T3):** Deshoje en el tercio medio de las plantas en ambos genotipos, el cual se realizó después de la segunda cosecha, en la que se podaron las hojas que se encontraban entre 61 y 120 cm de altura.

**Tratamiento 4 (T4):** Deshoje en el tercio superior de la planta en ambos genotipos, el cual se realizó después de la tercera cosecha, en la que se podaron las hojas que se encontraban entre 121 y 180 cm de altura.

LE 140				LE 138			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
LE 138				LE 140			
T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3
LE 140				LE 138			
T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2

	Testigo
	Poda inferior
	Poda media
	Poda Superior

**Figura 5.** Diseño de bloques completamente al azar establecido en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.



**Figura 6.** Descripción de la poda, según los tratamientos para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

### 5.3 VARIABLES EVALUADAS

Cada una de estas variables se evaluó en la cosecha:

#### 5.3.1 Características agronómicas

##### 5.3.1.1 Rendimiento

En las diferentes cosechas se recolectaron las vainas de las plantas de los tratamientos, se pesaron y se consideró el rendimiento de vaina fresca por unidad experimental.

##### 5.3.1.2 Número de vainas por planta

Se tomaron diez plantas al azar de cada unidad experimental, de las cuales se recolectaron las vainas y al final se sumaron el total de vainas cosechadas.

### 5.3.1.3 Porcentaje de incidencia de Mildeo Polvoso (*Erysiphe poligony*) y Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Se tomaron 10 vainas de la cosecha por unidad experimental, en la cual se determinó si había o no presencia de la enfermedad utilizando la siguiente fórmula:

$$\%I = \frac{\textit{Plantas afectadas}}{\textit{Totaldeplantas}} * 100$$

## 5.3.2 Características de Calidad

### 5.3.2.1 Peso de vainas por planta

Se tomaron diez plantas al azar de cada unidad experimental, en las cuales se pesaban las vainas cosechadas.

### 5.3.2.2 Peso de 10 vainas

Del total de vainas cosechadas por cada unidad experimental se tomaban cinco grupos de diez vainas, se pesaban y se obtenía el promedio.

### 5.3.2.3 Longitud de vainas

Se tomaron 10 vainas de la cosecha 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.

## 5.4 TIPO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos evaluados se procesaron mediante el programa SAS, realizando análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey al nivel del 5% en forma individual y combinada



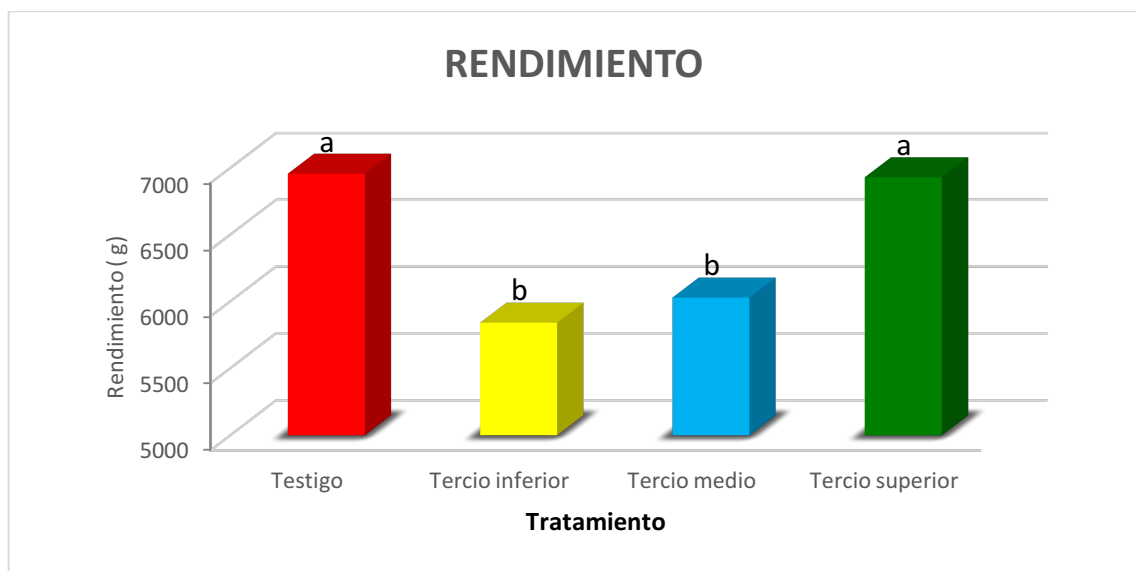
## 6 RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Se evaluaron con el fin de determinar el comportamiento de ambos genotipos de habichuela, respecto a la poda y su respuesta en las características agronómicas de la habichuela el rendimiento y el número de vainas por planta.

#### 6.1.1 RENDIMIENTO

Los datos se relacionan en la figura 7 donde se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados siendo la poda del tercio superior (6,9 kg) y el testigo (7 kg) los que obtuvieron mejores resultados, lo cual indica que realizar podas en la habichuela no incrementa los rendimientos. Según Ponce *et al* (2011) en estudios realizados en tomate, demostraron que la poda de ramas no es importante para incrementar el rendimiento del tomate de cáscara, debido posiblemente a su hábito de crecimiento.



**Figura 7.** Rendimiento (g) de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Según los datos reportados por el DANE (2016) la habichuela presenta las siguientes características en rendimiento: 9,5 kg por unidad experimental lo que corresponde a una producción de 15 Ton/ Ha. En la tabla 5 se evidencia que no se alcanzaron los promedios de producción nacional en ninguno de los tratamientos evaluados.

**Tabla 5.** Resultados de rendimiento obtenidos en la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Tratamiento	Rendimiento Kg/Tratamiento	Rendimiento Ton/Ha
Sin Deshoje	7 a	5,83
Deshoje tercio inferior	5,8 b	4,83
Deshoje tercio medio	6 b	5
Deshoje tercio superior	6,9 a	5,75

El bajo rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados se debe a un efecto del estrés hídrico, esto concuerda con estudios hechos por Asfaw y Blair (2014); Asfaw *et al* (2012); Nielsen y Nelsol (1998); Ramírez y Kelly (1998) quienes afirman que se reduce la biomasa total, el rendimiento de semilla, traslocación de fotoasimilados, número de vainas y semillas por planta y longitud de raíz.

La disminución en el rendimiento de los tratamientos con poda en el tercio inferior (5,8 kg) y medio (6 kg) se debe a que la fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos en órganos fuente están altamente influenciados por la actividad del órgano de demanda (Zhou y Quebedeaux, 2003). Generalmente, cuando la fuerza de la demanda aumenta, la tasa de fotosíntesis se incrementa y una mayor cantidad de carbono es dirigida hacia la formación de sacarosa en lugar de almidón, proceso que facilita su transporte hacia los órganos de destino. De otro lado, cuando el transporte de fotoasimilados hacia la demanda es bloqueado, la fotosíntesis es inhibida, la síntesis de sacarosa se reduce y la de almidón se incrementa; dicha regulación implica cambios en los niveles de metabolitos formados, en la actividad de las enzimas que sintetizan sacarosa y almidón, y en

la transcripción de genes específicos involucrados en el proceso fotosintético y en el metabolismo de los carbohidratos (Waclawowsky *et al.*, 2006).

El incremento en el rendimiento de las cosechas está íntimamente ligado a mejoras en la fijación del carbono por unidad de área (mejor eficiencia fotosintética) y la posterior distribución a los órganos que se cosechan y los que no (Viator *et al.*, 2005). Efectos perjudiciales de la defoliación sobre los componentes del rendimiento podían estar relacionados directamente con las reducciones en la capacidad fotosintética del tejido restante (Macedo *et al.*, 2006).

Investigaciones realizadas por Von & Farguhar, (1984) una defoliación en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con régimen de luz y concentraciones de dióxido de carbono puede causar cambios en la enzima RuBP carboxilasa, reflejando en una baja fijación del dióxido de carbono y rendimiento de las plantas.

La poda altera el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la fructificación reproductiva para la asignación de recursos, tales como hidratos de carbono, agua y reguladores de crecimiento; además a esto disminuye el área foliar, la fotosíntesis de la planta entera y la traslocación de fotoasimilados a frutos (Fischer *et al.*, 2012).

Estudios realizados en café han demostrado que en plantas donde hubo defoliación de ramas hay mayor pérdida de frutos jóvenes que en las no defoliadas, debido básicamente a una compensación parcial de pérdida de hojas, contrario a las plantas testigo que aumentaron rápidamente de peso al comenzar a expandirse sus frutos, debido probablemente a los carbohidratos importados y a su mayor capacidad fotosintética neta (Gómez & Riaño, 2005).

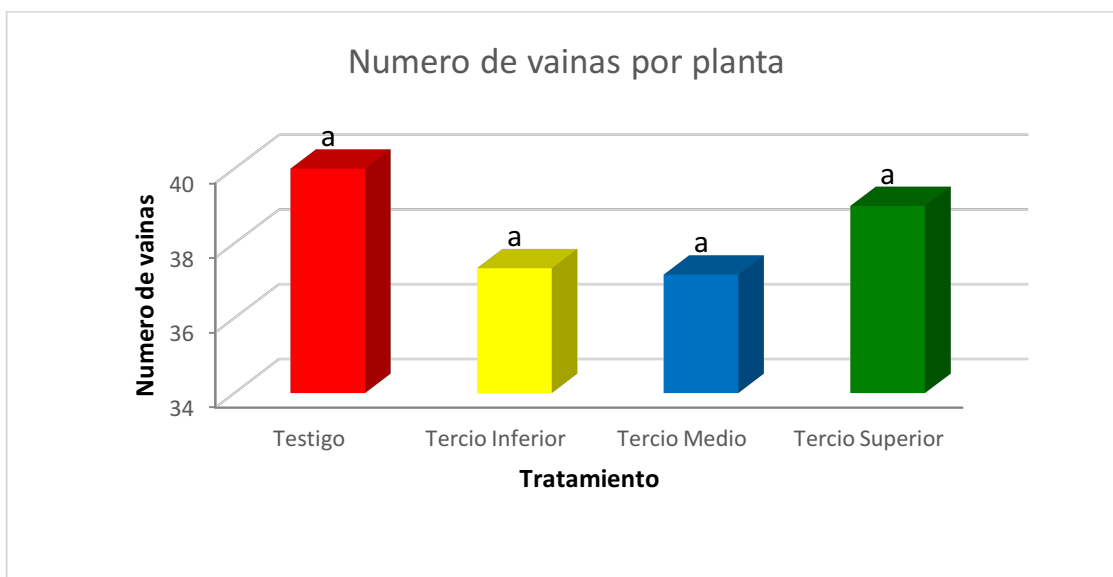
Defoliaciones parciales de hojas totalmente expandidas que tienen altas tasas de fotosíntesis producen un aumento de la fotosíntesis en hojas viejas. La planta compensa la pérdida inicial de sus hojas mediante el aumento de las tasas de fotosíntesis en las hojas restantes más para mantener la misma capacidad de exportación, una demanda constante, (Ainsworth y Bush, 2011), la actividad de la fuente dentro de la planta y apoyar los sumideros (Eyles *et al.*, 2013). Esto podría indicar limitación sumidero de crecimiento porque las hojas no están llevando a cabo sus tasas potenciales máximas de fotosíntesis en condiciones normales (Ainsworth y Bush, 2011).

### 6.1.2 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Los datos se evidencian en la figura 8, donde se muestra que no existieron diferencias estadísticas en cuanto al número de vainas por planta. Sin embargo, las plantas del tratamiento testigo presentaron 42 vainas por planta frente a los demás tratamientos evaluados, siendo el tercio inferior con 37 vainas por planta y el tercio medio con 37 vainas por planta los cuales obtuvieron el menor número de vainas.

Estudios realizados por Zuffo *et al*(2015) en soya demuestran que hay una reducción significativa en el número de vainas por planta para todos los tratamientos a diferentes tipos defoliación y etapas en las que se realizó. La reducción en el número de vainas por planta no es más que un reflejo de la reducción del área foliar ya que es en esta estructura en la que la fotosíntesis se produce para la producción de fotoasimilados que durante la fase productiva, son priorizadas para la formación de vainas y llenado del grano. La biomasa seca de la planta se correlaciona con la producción de fotoasimilados durante la fotosíntesis. La eficiencia fotosintética en la transformación de la radiación solar interceptada se transforma en biomasa seca la cual es altamente dependiente del área foliar; daños provocados en las hojas impiden la actividad fotosintética (Mondo *et al.*, 2009). Por lo tanto, al haber un menor número de fotoasimilados, la planta tiende a reducir los sumideros (vainas) para completar su ciclo (Procopio *et al.*, 2003). Además, Pelúzio *et al* (2002) reportan la aparición de picos de actividad fotosintética lo que indica una mayor demanda de fotoasimilados en la etapa reproductiva de la planta para producir vainas.

Después de la fecundación, el número de frutos que se desarrollan sobre una inflorescencia depende principalmente del suministro de asimilados. Se necesitan más asimilados para sostener el crecimiento de las inflorescencias, que precede a las frutas durante el desarrollo y crecimiento de las plantas. Una poda trae como consecuencia la reducción en la disponibilidad de asimilados a las frutas (Sandri *et al.*, 2002).



**Figura 8.** Número de vainas por planta para cada uno de los tratamientos evaluados campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

En los tratamientos con poda del tercio medio e inferior hubo una disminución de vainas (Tabla 6) debido a que las hojas fuente aportan fotoasimilados preferentemente a sumideros con los que tienen conexiones vasculares directas. Las interferencias por una poda sobre la ruta de transporte pueden alterar los patrones establecidos por proximidad y conexiones vasculares, teniendo efecto sobre la calidad de las vainas (Taiz & Zeiger, 2006).

**Tabla 6.** Número de vainas por planta de cada uno de los tratamientos campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Tratamiento	Número de vainas/Plantas
Sin Deshoje	42 a
Deshoje tercio inferior	37 a
Deshoje tercio medio	37 a
Deshoje tercio superior	39 a

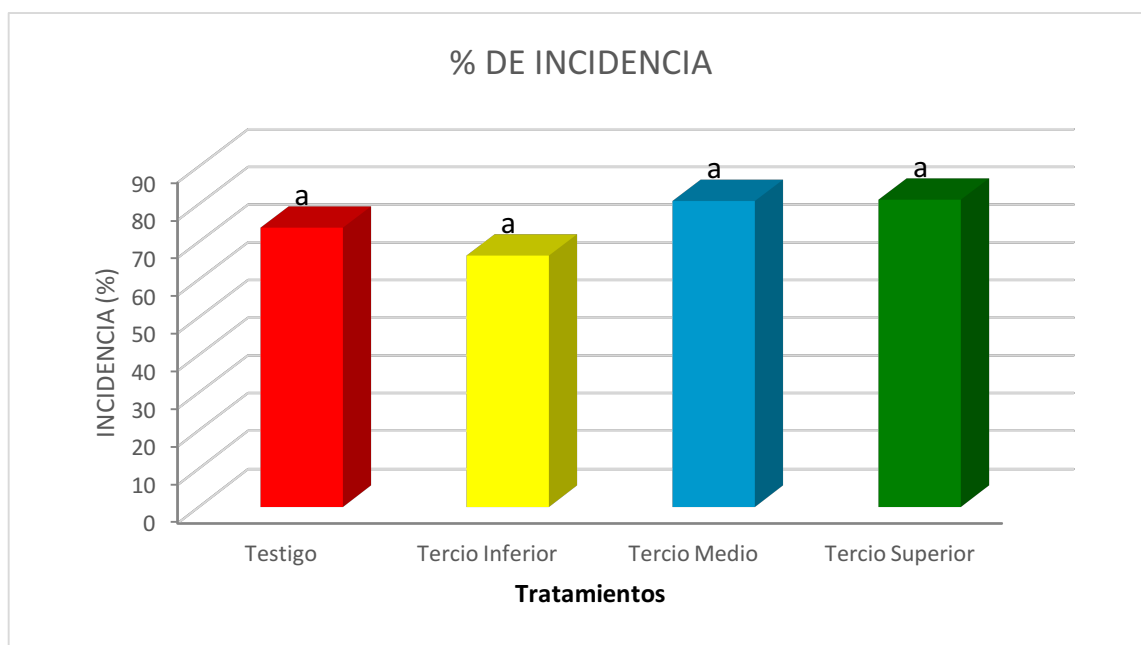
Al realizar el deshoje en los tercios inferior y medio se disminuye el área fotosintética y en relación la fotosíntesis. Según Omae *et al* (2007) en frijol, unas mayores producciones de vainas requieren altas tasas de fotosíntesis y mayor movilización de los fotoasimilados hacia las vainas; cuando la tasa de fotosíntesis es baja, la partición de los fotoasimilados hacia los órganos de la planta puede llegar a ser crítico y determinante en el rendimiento.

Estudios realizados por Ferreira *et al* (2015) mostraron que la defoliación en soya altera el equilibrio hormonal, el almidón, el azúcar, la proteína, y la concentración de clorofila de la fuente, así como la resistencia de los estomas y la tasa de senescencia.

### 6.1.3 INCIDENCIA DE MILDEO POLVOSO

Para el porcentaje de incidencia de Mildew polvoso en habichuela (Figura 9) no se presentaron diferencias estadísticas respecto a la poda. Sin embargo, Las plantas con poda en el tercio inferior con un porcentaje de 66,38% fueron las que presentaron menor incidencia. Los tratamientos con poda en el tercio medio y superior con un porcentaje de incidencia de 80,7 y 81,2 fueron los que presentaron las incidencias más altas.

La eliminación de las hojas basales es una medida de control que disminuye la infestación por la modificación del microclima. Cuando estas hojas se eliminan se aumenta la aireación y la humedad disminuye haciendo al ambiente menos propicio para el desarrollo y proliferación de la enfermedad (Da Silva, 2011). Además, la eliminación de las hojas basales aumenta la aireación entre las plantas, y por lo tanto disminuye la incidencia y la transmisión de enfermedades y plagas (Alvarenga, 2004). En contacto con el suelo, estas hojas tienden a ser la puerta de enlace para los patógenos, y formar un ambiente húmedo favorable para su desarrollo (Hachmannet *al.*, 2014).



**Figura 9.** Incidencia de Mildew Polvoso (*Erysiphe polygoni*) (%) en habichuela campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Por lo tanto, un deshoje en alguno de los tratamientos no ocasiona una disminución de la incidencia de la enfermedad (Tabla 7) debido a que el inóculo se encuentra presente en el ambiente, siendo mildew polvoso un parásito de crecimiento ectotrófico y obligado, altamente especializado en las plantas hospedantes que ataca (Perilla y Sanabria, 2007).

**Tabla 7.** Incidencia de Mildew Polvoso (*Erysiphe polygoni*) (%) en Habichuela para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Tratamiento	Incidencia de Mildew polvoso (%) ( <i>Erysiphe polygoni</i> )
Sin Deshoje	80 a
Deshoje tercio inferior	66 a
Deshoje tercio medio	81 a
Deshoje tercio superior	81 a

Según Kaiser *et al* (2000) plantas con incidencia de mildew provocan una disminución significativa en la cosecha de semillas, calidad de semillas y tamaño. En relación con los cambios fisiológicos, mildew polvoso inhibe la transpiración y la fotosíntesis. Con 82% de área foliar infectada más de la mitad de la actividad fotosintética de la hoja se había perdido y la transpiración se disminuyó un 36%, con cambio directo de la actividad metabólica inducida por el patógeno (Alves *et al.*, 2009). Pérdidas del tejido fotosintético debido a la necrosis o senescencia prematura, sugiere que el hongo inhibe la fotosíntesis en los cloroplastos, disminuyendo el área foliar sana y fotosintética, lo que reduce la intercepción de la radiación solar (Xavier *et al.*, 2015).



## 6.2 CARÁCTERÍSTICAS DE CALIDAD

Los principales componentes del rendimiento son el número de vainas por planta, número de semillas por planta (producto del número de vainas x el número de semillas / las vainas) y el peso de la semilla. La defoliación en el frijol y la soya causa pérdida de rendimiento por interferencia en la fotosíntesis, lo que resulta menos vainas, menos semillas por planta, semillas inviables por planta, menor peso de las semillas, menor llenado de semillas, aborto de las vainas en el momento en el que tienen mayores picos fotosintéticos (Riveiro y Costa, 2000; Hirano *et al.*, 2010).

### 6.2.1 PESO DE VAINAS POR PLANTA

En cuanto a la variable de peso de vainas por planta (figura 10) se evidencia que no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El tratamiento con mayor peso de vainas por planta fue el testigo con un valor de 287 gramos, seguido por el tratamiento con poda inferior con un valor de 266 gramos. Los tratamientos con poda en el tercio medio y superior presentaron los valores más bajos con un peso de 251 gramos y 231 gramos.

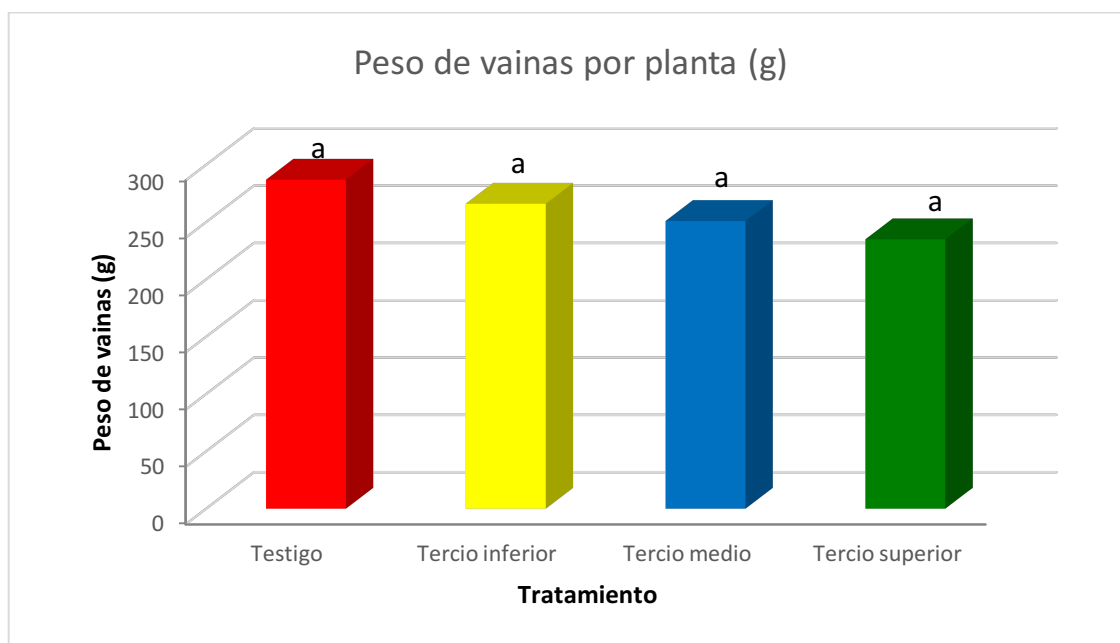
Al no realizar deshojes hay una mayor intercepción de luz disponible, para generar más biomasa en la planta; una alta biomasa vegetal se considera beneficioso para el llenado de las vainas, estas diferencias se dan en los factores fisiológicos asociados con el suministro de asimilados a los sumideros reproductivos (Yamada *et al.*, 2011).

La velocidad de acumulación absoluta de la materia seca en frijol variedad Milenio puede ser una característica importante si se logra una buena relación fuente / vertedero en la etapa previa al punto de inflexión. La relación fuente-vertedero, es una variable fenotípica que mide la capacidad de acumulación de los fotoasimilados en los órganos y tejidos de almacenamiento, de acuerdo con la capacidad de síntesis del aparato fotosintético, intensidad de fotorrespiración, fraccionamiento y asignación del carbono, tipo de carga de los solutos en el floema (regulación de la fuente) y tipo de descarga de solutos a partir del floema, capacidad, actividad y número de vertederos, interacción que es regulada genéticamente (Hopkins *et al.*, 2004).

Teniendo en cuenta la falta de hojas, se disminuye el suministro de hidratos de carbono, que tanto los tallos como los peciolos son incapaces de satisfacer su demanda en el llenado de vainas y semillas en desarrollo.

Hay dos fuentes de asimilados para el llenado de las vainas: la fotosíntesis y la removilización de reservas de carbohidratos. La contribución de las reservas de hidratos de carbono es muy baja (menor al 15% del peso total de la vaina) así, el mantenimiento de las hojas es esencial para mantener la tasa de fotosíntesis (fotosíntesis actual) durante esta fase (Egly, 2010).

La eliminación de las hojas interfiere directamente en el índice del área foliar (IAF) de la planta, por lo tanto, en la planta debe considerarse que una pérdida sustancial trae efectos negativos, especialmente si se produce en una etapa de desarrollo avanzado, es decir durante la fase reproductiva cuando ya no es posible sustituir el área de foliar perdida (Ferreira *et al.*, 2015).



**Figura 10.** Peso de vainas por planta (g) de cada uno de los tratamientos para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Sin embargo, el tratamiento testigo presentó mayor peso entre los demás tratamientos (Tabla 8), esto se debe a que el rendimiento de grano está determinado casi totalmente por la movilización de asimilados producto de la

fotosíntesis laminar realizada durante la etapa de llenado de semilla, o sea, la etapa post-antesis. La contribución de la fotosíntesis laminar es un factor importante, puesto que contribuye hasta con 12% del rendimiento de semilla (Valadez *et al.*, 2006). Según Basuchaudhuri (2016) los efectos de una defoliación en soja disminuyeron el número de vainas, ya que una alteración en la actividad de la fuente puede limitar el llenado de vainas debido a que las hojas tardan más en llenar las vainas.

**Tabla 8.** Peso de vainas por planta de cada uno de los tratamientos para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Tratamiento	Peso de vainas por planta (g)
Sin Deshoje	287 a
Deshoje tercio inferior	266 b
Deshoje tercio medio	251 b
Deshoje tercio superior	231 a

La habichuela al ser una especie con crecimiento indeterminado tiene un crecimiento vegetativo en una primera fase muy corta de desarrollo inicial. A continuación, los frutos inician su desarrollo, pasando a ser recolectados continuamente, por lo cual realizar podas genera que los órganos restantes que quedan en la planta compitan entre ellos.

Al ser el tercio superior de la planta el que presenta un continuo crecimiento vegetativo y reproductivo es el que se ve más afectado por una poda. Según Peli & Gálvez (2005), los frutos son los principales órganos sumideros y compiten entre ellos y con los órganos vegetativos por los asimilados disponibles.

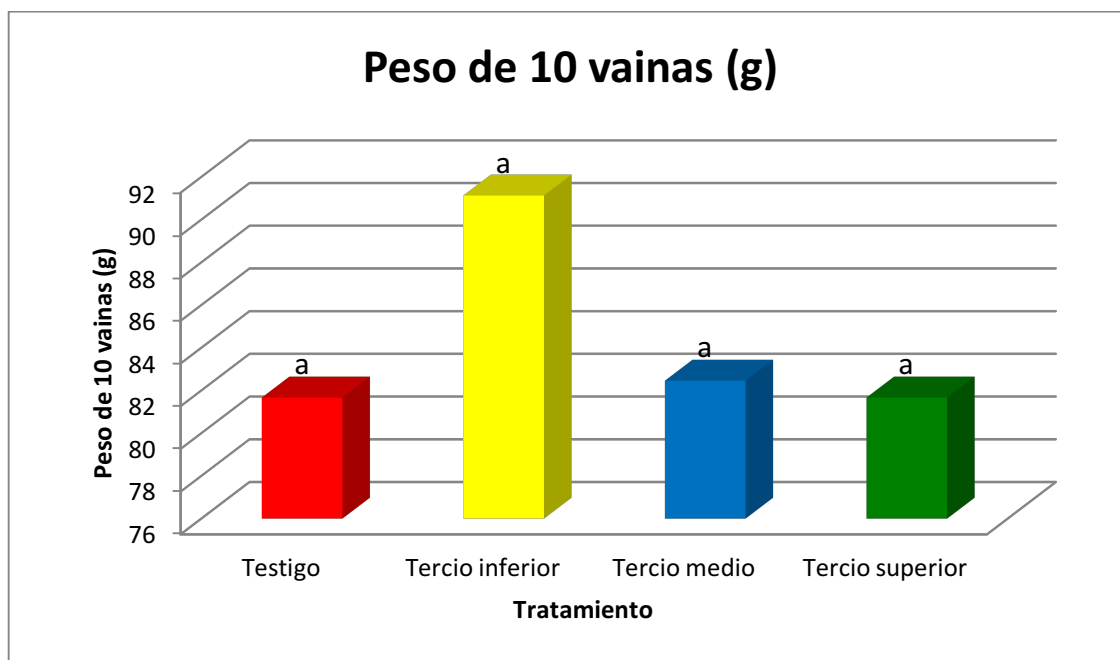
Según Quintana *et al* (2010) en tomate también existe competencia entre racimos; cuando el suministro de asimilados es deficiente, el crecimiento de un racimo en fructificación puede suprimir la floración de los racimos siguientes.

### 6.2.2 PESO DE DIEZ VAINAS

Para el peso de diez vainas (Figura 11) no se encontraron diferencias estadísticas, siendo todos los tratamientos iguales. Sin embargo, el tratamiento de deshoje en el tercio inferior muestra valores de 91,13 cm seguido por el tercio medio con un valor de 82,46 cm. Los tratamientos testigo y con deshoje en el tercio superior muestran los valores más bajos con un peso de 81, 67 cm para ambos tratamientos.

En los tratamientos con defoliación hubo una reducción en el número de vainas por planta en comparación con el tratamiento testigo; sin embargo, al reducirse el número de sumideros (vainas) las plantas lograron producir fotoasimilados en una cantidad suficiente para satisfacer las demandas de llenado de vainas (Zuffo *et al*, 2015).

La tasa de producción de materia seca por las plantas depende, entonces, de la captación de la radiación solar incidente por las hojas y de la conversión de esta energía en carbohidratos (Barrera *et al.*, 2009). Esto se puede relacionar con la ganancia en peso de 10 vainas. Las hojas son los órganos directamente implicados en el proceso fotosintético, o el lugar donde se efectúa la captura de la energía luminosa necesaria para impulsar las diferentes reacciones químicas vitales para el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Al respecto se ha demostrado en cultivos de tomate que el proceso fotosintético es el responsable de la producción de fotoasimilados y con ello del incremento en el rendimiento (Moreno *et al.*, 2016).



**Figura 11.** Peso de 10 vainas (g) en habichuela en cada uno de los tratamientos evaluados en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Cabe destacar que el número de vainas no garantiza una mayor productividad porque esto depende de otros componentes de la producción como lo son peso de vainas por planta y peso de 100 semillas (Silva, 2015). La defoliación tiene un efecto negativo sobre el número de vainas por planta que se refleja directamente en el número de granos/planta, que es el componente de producción que tiene mayor efecto directo sobre la productividad (Da Silva, 2013).

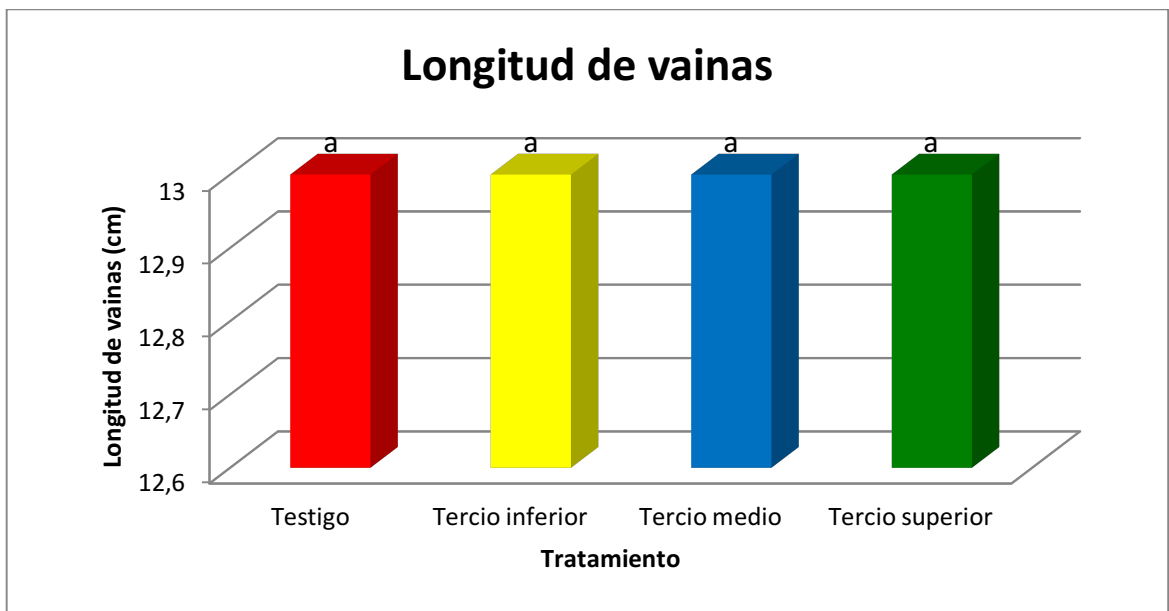
Estudios realizados por Proulx y Naeve (2015) en defoliaciones en soya donde median sus efectos, en características agronómicas y contenidos de aceites, obtuvieron como resultados, que el rendimiento, el número y tamaño de semillas en relación a un tratamiento control sin defoliación si presentan disminuciones en el rendimiento y tamaño de semilla.

En condiciones de clima tropical la extracción intensiva y muy tardía de la hoja puede provocar una reducción del área foliar y por lo tanto disminuir la producción (Bergqvist, 2001). De acuerdo con Bertin (1995) hay una reducción en el suministro de asimilados con el aumento en el número de frutas, por lo que hay una menor contribución a la masa de la fruta.

### 6.2.3 LONGITUD DE VAINAS

Los datos de la figura 12 para la variable de longitud de vainas muestra que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos; todos los tratamientos mostraron una longitud de vainas de 13,4 cm.

Los tratamientos presentaron la misma longitud debido a que los frutos son los responsables de dirigir el flujo de fotoasimilados y la fuerza de los mismos está dada por su tamaño, potencialmente determinado por la cantidad de células fijadas en la antesis y por su actividad (Martinez *et al.*, 2001).



**Figura 12.** Longitud de vainas (cm) en cada uno de los tratamientos evaluados en campo para la evaluación del efecto del deshoje sobre la producción y presencia de enfermedades en dos genotipos de habichuela tipo voluble en la granja la Esperanza.

Según Chudasama & Vrinda (2007) el desarrollo de la fruta requiere una importante inversión de carbono y agua. El suministro proveniente de los fotoasimilados que juega un papel importante en el control del desarrollo reproductivo del cultivo bajo condiciones de buen riego. Por lo tanto, las vainas son parte de una relación de fuente-sumidero que requieren fotoasimilados y entrega de nutrientes a las semillas.

Además, las condiciones externas alrededor de la vaina (por ejemplo, temperatura, humedad relativa, luz) y características internas (relación fuente-

sumidero) pueden contribuir a posicionar los efectos sobre los atributos fisiológicos, como la duración del crecimiento individual vaina, el desarrollo, maduración y envejecimiento hasta la cosecha y la posición de la vaina (Illipronti *et al.*, 2000).

Según Martínez *et al.*, (2001) el tamaño potencial del fruto está definido por el número de células del ovario fijado en pre antesis, mientras su tamaño real es consecuencia de la elongación celular durante el periodo de crecimiento rápido.

Trabajos realizados por Barrera *et al* (2009) en banano, demuestran que durante el proceso de llenado cuando no participa ningún órgano fotosintético, la longitud y el grosor del fruto fueron bajos al igual que cuando solo participó el epicarpio del fruto. Esto demuestra que, aunque el epicarpio del fruto posee cloroplastos y estomas para el proceso de fotosíntesis, su contribución es mínima al proceso del llenado. Además, se debe tener en cuenta que las hojas son los órganos comprometidos directamente con el llenado del fruto, y son las que producen los fotoasimilados que posteriormente son traslocados al órgano vertedero.

## 7 CONCLUSIONES

Para esta investigación los resultados mostraron que el rendimiento de las plantas no se vio afectado con los tipos de poda, por lo cual se sugiere dejar toda el área foliar para no afectar la relación fuente-vertedero de las mismas.

Para todos los tratamientos se presentó un alto porcentaje de incidencia de mildew polvoso, demostrando que puede resultar una enfermedad limitante, en la cual las podas no tuvieron un efecto significativo.

Las podas no afectaron el peso de vainas por planta como tampoco el número de vainas, siendo las plantas sin poda las que obtuvieron los mayores valores para estas variables, con lo que se infiere que dejar las plantas sin poda es benéfico y no se afectaría la traslocación de fotoasimilados de fuentes a demandas.

No se corroboró un efecto benéfico sustancial en el deshoje de las plantas para peso de diez vainas y longitud de vainas, por lo que la calidad no se afecta para las plantas con área foliar intacta.



## **8 RECOMENDACIONES**

Con los datos obtenidos de esta investigación se recomienda que en la habichuela no se implementen prácticas de deshoje ya que aumenta el costo de mano de obra y no se ve reflejado el beneficio en los rendimientos de la planta.

Realizar una investigación futura donde involucre otras variables como: efecto del deshoje fitosanitario en el rendimiento y área foliar óptima.

Realizar un monitoreo de incidencia de enfermedades en todas las etapas fenológicas de la habichuela, para determinar el comportamiento de las enfermedades en todo el ciclo.

## BIBLIOGRAFIA

Acevedo, Y, y Montoya J. (2007). Modelo matemático predictivo para la determinación de pérdidas por competencia de malezas en un cultivo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L) en la vereda Guavio-Fusagasuga. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Agronomía: Universidad de Cundinamarca.

Acosta, E y Santamaría, Y. (1999). Evaluación del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) utilizando fuentes orgánicas (gallinaza y lombricompost) como complemento de la fertilización química en el municipio de Castilla la nueva – Meta. (Tesis de pregrado). Universidad de los Llanos Orientales, Villavicencio, Colombia.

Agrios, G. 2005. Fitopatología. Segunda Edición. Editorial Limusa. Eds. Grupo Noriega. Mexico D.F. Mexico. 838p.

Ainsworth, E y Bush, D. 2011. Carbohydrate export from the leaf: A highly regulated process and target to enhance photosynthesis and productivity. Plant physiology. Doi: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.110.167684>.

Alvarenga, M. 2004. Tomate: Produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia em Lavras: UFLA. 400p. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000400012>

Alves, M; Ampelio, E; Bomfim, C; Ferreira, J y Vieira, D. 2009. Effects of temperature and leaf wetness period in powdery mildew *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. intensity in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars Ciênc. agrotec. vol.33 no.spe Lavras. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000700039>

Antolinez, L, y Cárdenas, P. (2012). *Evaluación y caracterización de cinco variedades de habichuela (Phaseolus vulgaris L.) tipo voluble en la granja la Esperanza*. Fusagasugá, Cundinamarca Facultad de ciencias Agropecuarias.

Arias, H; Rengifo, T y Jaramillo, M. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en producción de frijol voluble*. CORPOICA. Rionegro- Antioquia.

Asfaw A y Blair M. 2014 Quantification of drought tolerance in Ethiopian common bean varieties Agric. Sci., 5, pp. 124-139. DOI: 10.4236/as.2014.52016

Asfaw A., Almekinders .C.J.M., Blair M.W., Struik P.C. 2012 Participatory approach in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding for drought tolerance for southern Ethiopia  
Plant Breeding, 131 (1) , pp. 125-134. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2011.01921.x

Barbosa, C. 2016. Evaluación de fijación simbiótica de nitrógeno para la identificación de genotipos promisorios en frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Barrera V., J., Cayón S., G., & Robles G., J. (2009). Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano 'Hartón' (*Musa* AAB Simmonds). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 73-79. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11362/12027>

Barrios, R. 2011. Identificación de QTLs asociados a características agronómicas de interés, en una retrocruza avanzada de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Universidad del Tolima Facultad de Ciencias. Ibagué. Trabajo de grado para optar el título de Bióloga. 89 Pg.

Basuchaudhuri, P. 2016. Source- sink relationships in soybean. *Indian Journal of Plant Sciences* ISSN: 2319–3824. Vol. 5 (2) April-June, pp.19-25

Beebe, S., Rao, I. M., Devi, M., and Polania, J. (2014). Common beans, biodiversity, and multiple stress: challenges of drought resistance in tropical soils. *Crop Pasture Sci.* 65(7): 667-675.

Bergqvist, J; Dokoozlian, N & Ebisuda, N. 2001. unlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0408>

Bertin, N. 1995. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. *Annals of Botany*, v.11, p.66-65. doi: 10.1016/S0305-7364(05)80009-5.

Blair, M. W., Giraldo, M. C., Buendía, H. F., Tovar, E., Duque, M. C., & Beebe, S. E. (2006). Microsatellite marker diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). TAG. Theoretical and Applied Genetics. Theoretische Und Angewandte Genetik, 113(1), 100–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16614831>

Blair, M. W., Díaz, L. M., & Acosta-Gallegos, J. A. (2013). Race Structure in the Mexican Collection of Common Bean Landraces. *Crop Science*. <http://doi.org/10.2135/cropsci2012.07.0442>

Broughton, W.J., Hernández, G., Blair, M. et al. *Plant and Soil* (2003) 252: 55. doi:10.1023/A:1024146710611.

Caicedo, L. (1972). *Curso de horticultura*. Facultad de ciencias agropecuarias. 3ª Edición. Palmira. pp. 284.

Chacón M I, B Pickersgill, D G Debouck (2005) Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theor. Appl. Genet.* 110:432-444.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, (CIAT). 1984. *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Guía de estudio. CIAT, Cali (Colombia), 49 pp.

Chudasama, Rita S., & Thaker, Vrinda S.. (2007). Relationship between gibberellic acid and growth parameters in developing seed and pod of pigeon pea. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(1), 43-51. <https://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000100005>

Costa, Marcus Antônio Gonçalves, Balardin, Ricardo Silveiro, Costa, Ervandil Correa, Grützmacher, Anderson Dionei, & Silva, Mauro Tadeu Braga da. (2003). Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, 33(5), 813-819. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000500004>

Da silva, L; Milagres, C; Da silva, D; Nick, C y Castro, J. 2011. Basal defoliation and their influence in agronomic and phytopathological traits in tomato plants. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000300020>.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). 2016. Boletín mensual de insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Cultivo de la Habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) y el fenómeno del niño.

Debouck, G E Hidalgo, R. (1980). *Problemas de producción del frijol: Enfermedades, insectos, limitantes Edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris L.* Cali: CIAT.

- Delgado-Salinas A, Bibler R, Lavin M (2006) Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. *Syst Bot* 31:779–791. doi: <http://dx.doi.org/10.1600/036364406779695960>
- Díaz, C; Londoño, M; Saldarriaga, A; Zapata, J. (2002). *Manejo de cultivo de la uchuva en Colombia*. Corpoica, C.I. La Selva. Antioquia, Colombia.
- Duimovic, A. (1989). *La poda, conducción, y el raleo de cultivos bajo plástico, fundamentos y usos*. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Curso internacional Uso del plástico en cultivos forzados en de hortalizas y flores. Viña del Mar, 2 - 5 de octubre de 1989. pp. 1 – 4.
- Edmunds, B y Holmes, J. College of Agriculture and life Sciences. (2007). [http://www.cals.ncsu.edu/plantpath/extension/fact\\_sheets/Bean\\_Green\\_-\\_Anthracnose.htm](http://www.cals.ncsu.edu/plantpath/extension/fact_sheets/Bean_Green_-_Anthracnose.htm).
- Egly, D. 2010. Soybean yield physiology: principles and processes of yield production. In: G.SINGH (Ed). *The soybean: botany, productions and uses*. 1st ed. India, CABI. Pp. 113-141. Doi:10.1079/9781845936440.0113
- Eyles A Pinkard EA Davies NW Corkrey R Churchill K O'Grady A P Sands P Mohammed C.2013. Whole-plant- versus leaf-level regulation of photosynthetic responses after partial defoliation in *Eucalyptus globulus* saplings. *Journal of Experimental Botany* 64,1625–1636.doi: 10.1093/jxb/ert017.
- Fereira, A; Sediyaama, T; Dos santos, F; Ricardo, A; Rosa, P; Cruz, C y Dos santos, L. 2010. Effect of defoliation form the bottom to the top on the yield of Brazilian soybean cultivars. Doi:10.5897/AJAR2015.9938.
- Fischer, G. (2005). *Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha*. Comalfi 32(1), pp. 22-34.
- Fischer, G; Almanza, P y Ramírez, F. 2012. Source-Sink relationship in fruit species: A review. *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*. pp. 238-253.
- García, A, y Guardiola, J. (2008). Transporte en el floema. *En Fundamentos de fisiología vegetal*, de J Azcón-Bieto, y Talón, M. pp. 92- 94. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Godt D., Roitsch T. (2006) The developmental and organ specific expression of sucrose cleaving enzymes in sugar beet suggests a transition between apoplasmic and symplasmic phloem unloading in the tap roots. *Plant Physiol. Biochem.* 44 656–665. doi:10.1016/j.plaphy.2006.09.019.

Gómez G., L.F.; Riaño H., N.M. 2005. Fotosíntesis y relación Fuente-Demanda en plantas completas de café *Coffea arabica* L. In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Malezas y Fisiología Vegetal, 35. Medellín (Colombia), Agosto 17-19. Resumen memorias.

Hachmann, T; Echer, M; Dalastra, M; Soares, E & Rondon, M. 2014. Tomato cultivation under different spacing and different levels of defoliation of basal leaves. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0163>

Hirano, Mario, Hikishima, Marcell, Silva, Alexandre José da, Xavier, Sheila Ariana, & Canteri, Marcelo Giovanetti. (2010). Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa Phytopathologica*, 36(3), 248-250. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052010000300012>

Hopkins, W; Norman, P; Huner, A. 2004. Introduction to Plant Physiology. 3rd ed John Wiley. Denvers MA. doi: 10.15446/acag

Illipronti, R; Lommen, W; Langerak, C y Struik, P. 2000. Time of pod set and seed position on the plant contribute to variation in quality of seeds within soybean seed lots. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* Volume 48, Issue 2, Pages 165-180. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(00\)80012-3](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(00)80012-3)

Kaiser, W; Ramsey, M; Makkouk, K & Forrest, N. 2000. Foliar Diseases of Cool Season Food Legumes and Their Control. Doi: 10.1007/978-94-011-4385-1\_41

Kwak M, P Gepts (2009) Structure of genetic diversity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *Theor. Appl. Genet.* 118:979-992

Lemoine, R; La Camera, S; Atanassova, R; Dédaldéchamp, F; Allario, T; Pourtau, N; Bonnemain, J; Laloi, M; Coutos-Thévenot, P; Maurosse, L; Faucher, Mireille; Girousse, C; Lemonnier, P; Parrilla, J & Durand, M. 2013. *Source-to-sink transport of sugar and regulation by environmental factors*. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389 / fpls.2013.00272

- Macedo, T; Peterson, R y Weaver, D. 2006. Charaterization of de impact of wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* Norton, on pigment composition and photosyntem II photochemistry of wheat heads. Environ. Entomol., doi: 10.3923/jas.2010.564.569
- Martínez, L; Vanegas, K; Salazar, M; Sánchez, P & Marín, M. 2014. Detección por PCR de *Colletotrichum lindemuthianum* en cultivos y semillas de frijol en Antioquia, Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Martínez, S; Grimaldi, M; Garbi, M & Artur M. 2001. Defoliation effect on three phenological stages upon tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) yield under greenhouse. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La plata, Argentina.
- Miklas, P. N. y Singh, S. P. (2007) Common Bean. In: Genome Mapping an Molecular Breeding in Plants (Ed. C. KOLE). Berlin. DOI: 10.1023/A:1009651919792
- Miklas, P. N., Kelly, J. D., Beebe, S. E., & Blair, M. W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. Euphytica, 147(1-2), 105–131. Doi: 10.1007/s10681-006-4600-5
- Mondo, V; Carvalho, S; Dourado, N y Cicero, S. 2009. Comparação de Métodos para Estimativa de Área Foliar em Plantas de Milho. Rev. Bras.de Milho e Sorgo 8(3):233-246. Doi:http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n3p233-246
- MORENO-MEDINA, Brigitte LILIANA, Casierra-Posada, fanor, y BLANKE, MICHAEL. (2016). Índices de Crecimiento en plantas de mora (*Rubus alpinus* Macfad) Bajo Diferentes Sistemas de poda. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* , 10 (1), 28-39.https://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4457
- Noreña, J; Rodríguez, V; Guzmán, M y Zapata, M. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín técnico 21. CORPOICA. Rionegro, Colombia.
- Nielsen, D y Nelson, N. 1998. Black vean sensitivity to wáter stress at various growth stages. Crop Science, 38 (2), pp. 422-427. DOI: 10.2135/cropsci1998.0011183X003800020025x
- Omae, H., Kumar, A., Kashiwaba, K., & Shono, M. (2007). Influence of Temperature Shift after Flowering on Dry Matter Partitioning in Two Cultivars of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris*) that Differ in Heat Tolerance. Plant Production Science, 10(1), 14–19. http://doi.org/10.1626/pps.10.14

Ospina, C & Rodríguez, Z. 2015. Evaluación de tres genotipos de habichuela (*Phaseolus vulgaris*.) tipo voluble bajo condiciones de invernadero en la granja la esperanza. Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá.

Peil, R & Galvez, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. Revisión Bibliográfica. Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano, Almería, España.

Pelúzio, J; Barros, H; Rocha, R; Silva, R y Nascimento, I. 2002. Influencia do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Ciênc. Agrot. 26(6):1197-1203. doi

Perilla, L y Sanabria, V. (2007). Condiciones que fovorecen el desarrollo del mildew polvoso (*Sphaeroteca pannosa* var *rosae*) en los cultivo en rosa de la sabana de Bogota (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

Pinto, J. M.; Pereira, R.; Mota, S. F.; Ishikawa, F. H.; y Souza, E. A. 2012. Investigating phenotypic variability in *Colletotrichum lindemuthianum* populations. Phytopath. 102:490 – 497

Pombo, Sy Torres, E.(2009).*Evaluación de doce genotipos de habichuela (Phaseolus vulgaris L.)tipo voluble en la vereda Santa Rosa del Municipio de Arbeláez*. Fusagasugá, Cundinamarca: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Ponce-Valerio, Juan José, Peña-Lomelí, Aureliano, Sánchez-del-Castillo, Felipe, Rodríguez-Pérez, Juan Enrique, Mora-Aguilar, Rafael, Castro-Brindis, Rogelio, & Magaña-Lira, Natanael. (2011). Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en campo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(3), 151-160. Recuperado en 23 de enero de 2017, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2011000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000300007&lng=es&tlng=es)

Pórtela, A, y Sarmiento, B. (2008) *Evaluación de doce genotipos de habichuela (Phaseolus vulgaris L.) tipo voluble en la vereda la Isla del municipio de Fusagasugá*. Fusagasugá, Cundinamarca: Facultad de ciencias agropecuarias.

Procópio, S; Santos, J; Silva, A y Costa, L. (2003). Desenvolvimento foliar das culturas da soja e do feijão e de planta daninhas. Cienc. Rural 33(2):207-211.<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000200005>



- Proulx, R y Naeve, S. 2015. Pod Removal, Shade, and Defoliation Effects on Soybean Yield, Protein, and Oil. Vol. 101 No. 4, p. 971-978. doi:10.2134/agronj2008.0222x
- Quintana, R; Balaguera, H; Alvarez, J; Cardenas, G & Pinzon, E. 2010. The effect of number clusters per plant on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yield. Revista colombiana de ciencias hortícolas. Vol 4-No 2-pp.199-208.
- Ramirez, P y Kelly, J. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99, pp.127-136. DOI: 10.1023/A:1018353200015
- Rao, I., Beebe, S., Polania, J., Ricaurte, J., Cajiao, C., Garcia, R. and Rivera, M. (2013). Can tepary bean be a model for improvement of drought resistance in common bean? African Crop Science Journal, Vol. 21, No. 4, pp. 265 – 281.
- Reina, C y Tolozano, J. (1998). Evaluación de pérdidas postcosecha para la legumbre habichuela (*Phaseolus Vulgaris* L.). (Tesis de pregrado de Ingeniero Agrícola). Universidad Sur Colombiana, Neiva, Colombia.
- Rennie, A, Turgeon R. (2009). Una visión global de estrategias de carga del floema. *Proc. Natl. Acad. Sci. EE.UU.* doi: 106 14162-14.167 10.1073 / pnas.0902279106
- Ribeiro, A y Costa, E. (2000). Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. *Cienc. Rural.* 30:767-771 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000500004>.
- Sandri, M; Andriolo, J; Witter, M y Dal ross, T. 2002. High density of defoliate tomato plants in protected cultivation and its effects on development of trusses and fruit. Doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000300018>.
- Silva, Amilton. 2015. Defoliation simulation by biotic stresses, phenotypic and molecular diversity and selection in soybean genotypes. Doi: <http://lattes.cnpq.br/8997266820911497>
- Silva, A.; Sedyama, T.; Cruz, C; Silva, F; Bezerra, A; Ferreira, L. 2013. Correlação e análise de trilha dos componentes de produção de genótipos de soja. 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Uberlândia, MG, Anais... p. 2054-2057.
- Sotelo, P. 2009. Herencia de la resistencia a un nuevo begomovirus en habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle del cauca. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

- Taiz, L & Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal tercera edición. Universitat Jaume. Sinauer Associates. Inc.
- Tamayo, P y Londoño, M. *Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol*. Medellín, Colombia: Impresos Begon Ltda, 2001.
- Valadez, j; Mendoza, L; Vaquera, H; Cordoba, L; Mendoza, M & Garcia, S. 2006. Flowers thinning, seed yield and post-anthesis dry matter distribution in sorghum. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Valladares, C. 2010. *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras Centro Universitario regional del Litoral Atlántico (CURLA). La Ceiba- Honduras.
- Vallejo, F y Estrada, E. 2004. *Producción de hortalizas de clima cálido*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.
- Vallejo, A y Salazar, I. (2004). *Hortalizas en Colombia*. Director del Grupo de Investigación de Hortalizas Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira-Valle.
- Viator, R.P.; Nuti, R.; Walls, R.; Edmisten, K. 2005. Stem and root carbohydrate dynamics in modern vs obsolete cotton cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36:2165-2177.
- Von, C y Farquhar, G. 1984. Effects of partial defoliation, changes of irradiance during growth, short-term water stress and growth at enhanced p(CO<sub>2</sub>) on the photosynthetic capacity of leaves of (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant*. doi:10.1007/BF00393413
- Voysest, O. V. (2000). "Mejoramiento Genético de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)." Centro Internacional de Agricultura Tropical Publicación CIAT 321.
- Waclawovsky, A.J.; Loureiro, M.E.; Freitas, R. do L.; Rocha, C. da S.; Oliva Cano, M.A.; Batista Fontes, E.P. 2006. Evidence for the sucrose-binding protein role in carbohydrates metabolism and transport at early developmental stage. *Physiologia Plantarum* 128:391-404.
- Xavier, Sheila Ariana, Mello, Flávia Elis de, Canteri, Marcelo Giovanetti, & Godoy, Claudia Vieira. (2015). Fotossíntese de folhas de soja infectadas por *Corynespora cassicola* e *Erysiphe diffusa*. *Summa Phytopathologica*, 41(2), 156-159. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1923>

Yamada, K; Sasakura, A; Nishiwaki, K; El-shemi, H; Moahpatra, P; Nguyen, N; Kurosaki, H; Kanai, S y Fujita, K. 2011. Effect of terminal locations of pods on biomass production and <sup>13</sup>C partitioning in a fasciated stem soybean Shakujo. Doi: 10.1631/jzus.B0900097.

Zegbe-Dominguez, J & Esparsa, S. 2007. Poda de ramas mixtas y raleo de frutos: prácticas culturales independientes en durazno 'victoria'. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. México.

Zizumbo-Villarreal D, P Colunga, E Payro, P Delgado-Valerio, P Gepts (2005) Population structure and evolution dynamics of wild-weedy-domesticated complexes of common bean in a Mesoamerican region. *Crop Sci.* 45:1073-1083

Zhou, R.; Quebedeaux, B. 2003. Changes in Photosynthesis and Carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. *Journal American Society Horticultural Sciences* 128(1):113-119.

Zuffo, A; Vinicius, E; Siqueira, G; Milanez, P; Bruzi, A; Soares, I; Gwinner, R y Bianchi, M. Agronomic performance of soybean according to stages of development and levels of defoliation. Doi: 10. 5897/AJAR2014.9369.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Rendimiento

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	486784.000000	243392.000000	0.5025	0.620
FACTOR A	1	995520.000000	995520.000000	2.0554	0.171
FACTOR B	3	6221120.000000	2073706.625000	4.2816	0.024 *
INTERACCION	3	7662976.000000	2554325.250000	5.2739	0.012*
ERROR	14	6780672.000000	484333.718750		
TOTAL	23	22147072.000000			

---

### COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR PODAS

-----

TRATAMIENTO	MEDIA
1	6957.83 A
4	6930.83 A
3	6029.16 B
2	5840.83 B

-----

**ANEXO 2. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Número de vainas por planta**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	179.082031	89.541016	2.3523	0.130
FACTOR A	1	20.167969	20.167969	0.5298	0.515
FACTOR B	3	96.832031	32.277344	0.8479	0.507
INTERACCION	3	124.832031	41.610676	1.0931	0.385
ERROR	14	532.917969	38.065571		
TOTAL	23	953.832031			

---

C.V. = 15.85%

**TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B**

---

FACTOR B	MEDIA
1	42.16 A
2	37.33 A
3	37.16 A
4	39.00 A

---

**ANEXO 3. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Incidencia de Mildeo polvoso (*Erysiphe polygoni*)**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	275.421875	137.710938	1.2035	0.330
FACTOR A	1	35.328125	35.328125	0.3087	0.593 <sup>NS</sup>
FACTOR B	3	885.531250	295.177094	2.5797	0.094 <sup>NS</sup>
INTERACCION	3	165.812500	55.270832	0.4830	0.703 <sup>NS</sup>
ERROR	14	1601.953125	114.425224		
TOTAL	23	2964.046875			

---

C.V. = 14.16%

**TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B**

---

FACTOR B	MEDIA
1	73.79 A
2	66.38 A
3	80.87 A
4	81.21 A

---

**ANEXO 4. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Peso de vainas por planta**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	1548.000000	774.000000	0.6195	0.556
FACTOR A	1	13.500000	13.500000	0.0108	0.915
FACTOR B	3	8731.500000	2910.500000	2.3296	0.118
INTERACCION	3	4688.875000	1562.958374	1.2510	0.329
ERROR	14	17490.625000	1249.330322		
TOTAL	23	32472.500000			

---

C.V. = 13.61%

**TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B**

---

FACTOR B	MEDIA
1	287.00 A
2	266.00 A
3	250.50 A
4	235.50 A

---

**ANEXO 5. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable peso de diez vainas**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	538.125000	269.062500	1.2048	0.330
FACTOR A	1	2692.437500	2692.437500	12.0565	0.004**
FACTOR B	3	439.687500	146.562500	0.6563	0.595 <sup>NS</sup>
INTERACCION	3	527.531250	175.843750	0.7874	0.523 <sup>NS</sup>
ERROR	14	3126.468750	223.319199		
TOTAL	23	7324.250000			

---

C.V. = 13.20%

**TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B**

---

FACTOR B	MEDIA
1	81.67 A
2	91.13 A
3	82.46 A
4	83.92 A

---



**ANEXO 6. Análisis de varianza y test de Tukey para la variable Longitud de vainas**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F	RE
PETICIONES	2	13.901855	6.950928	5.8556	0.014	
FACTOR A	1	23.600586	23.600586	19.8818	0.001**	
FACTOR B	3	8.113281	2.704427	2.2783	0.124	
INTERACCION	3	9.322754	3.107585	2.6179	0.091	
ERROR	14	16.618652	1.187047			
TOTAL	23	71.557129				

---

C.V. = 6.08%

**TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B**

---

FACTOR B	MEDIA
1	13.04 A
2	13.80 A
3	13.74 A
4	13.130 A

---