

INFORME FINAL

**PRUEBAS DE EVALUACION AGRONOMICA DE MATERIALES DE
HABICHUELA TIPO VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L) EN LA REGION
DEL SUMAPAZ**



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

SEDE FUSAGASUGA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Grupo Bioguavio/Agroudec

Linea: Genética y Mejoramiento de plantas

2015

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	6
INTRODUCCION.....	10
2. MATERIALES Y METODOS	13
2.1 Localización	13
2.2 Material vegetal.....	13
2.2.1 Descripción de genotipos a evaluar en las P.E.A.S	14
2.3 Proceso de Mejoramiento genético	17
2.4 Diseño experimental.....	17
2.4.1. Plano de campo.....	18
2.4.2. Manejo en campo de las pruebas de Evaluación Agronómica PEAS en los dos ciclos de 2014.	18
2.4.3. Parámetros evaluados	19
2.5 Análisis estadísticos	25
2.6 Modelo AMMI	25
3. RESULTADOS Y DISCUSION	27
3.1 Dias a floración	27
3.2 Dias a cosecha.....	31
3.3 Numero de vainas por planta	33
3.4 Peso de 10 vainas.....	36
3.5 Longitud de vaina	38
3.6 Rendimiento de vaina verde.....	40
3.7 Incidencia de mosca blanca	43
3.8 Incidencia de virosis	46
3.9 Incidencia de Antracnosis	49
3.10 Incidencia de Mildeo.....	52
3.11 Características de calidad	55
3.11.1 Numero de semillas por planta	55
3.11.2 Longitud de vaina	55
3.11.3 Presencia de Fibra.....	56
3.11.4 Curvatura de vaina	56

3.11.5 Seccion transversal.....	56
3.12 Analisis para la interaccion Genotipo*ambiente.....	56
3.12.1 Resultados del Análisis de Componentes Principales.....	57
3.12.2. Resultados del modelo AMMI	58
4. CONCLUSIONES	61
LITERATURA CITADA	64
ANEXOS	68
Fotos PEAS Granja la Esperanza- Vereda Guavio Bajo, Fusagasugá primer y segundo ciclo.....	68
.....	68
Fotos PEAS Vereda Guchipas- Finca Santa Sofia, Municipio de Pasca primer y segundo ciclo.....	70
.....	71
Fotos PEAS Vereda el Arenal Municipio de Arbeláez primer y segundo ciclo....	72

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características de las Localidades donde se realizó la prueba de Evaluación Agronómica de materiales de habichuela (<i>Phaseolus vulgaris</i>) tipo voluble, 2014.	13
Cuadro 2. Características de tres genotipos de habichuela tipo voluble. Fuente: Celis y Fonseca (2013)	17
Cuadro 3. Escala de severidad de Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>).	21
Cuadro 4. Escala de severidad de Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	23
Cuadro 5. Análisis de varianza conjunta para las variables en evaluación en dos genotipos y un testigo, en tres localidades y dos semestres en la región del Sumapaz 2014.	28
Cuadro 6. Comparación de medias para semestres, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	28
Cuadro 7. Comparación de medias para localidades, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	29
Cuadro 8. Comparación de medias para Genotipos, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	30
Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado y comparación de medias de reacción a plagas y enfermedades de tres Genotipos de habichuela (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de la Prueba de Evaluación Agronómica realizada en tres ambientes en la región del Sumapaz 2014.....	44
Cuadro 10. Comparación de medias para semestres, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	45

Cuadro 11. Comparacion de medias para localidades, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	45
Cuadro 12. Comparacion de medias para genotipos, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	46
Cuadro 13. Comparacion de medias para características de calidad de vaina, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.....	55
Cuadro 14. Resultados del modelo AMMI para el rendimiento de habichuela. PEAS habichuela, Sumapaz 2014.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interaccion semestre*localidad para D.F para tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.....	31
Figura 2. Interaccion semestre*localidad para D.C en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.....	33
Figura 3. Interaccion semestre*localidad para N.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.....	35
Figura 4. Interaccion semestre*localidad para P.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.....	36
Figura 5. Interaccion localidad *Genotipo para P.10.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.....	38
Figura 6. Interaccion localidad *Genotipo para longitud de vaina en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.	40
Figura 7. Interaccion semestre* localidad *Genotipo para rendimiento de vaina en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz2014.	43
Figura 8. Interaccion localidad *Genotipo para incidencia de mosca blanca en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.....	47
Figura 9. Interaccion semestre* localidad *Genotipo para incidencia de mosca blanca en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.	48
Figura 10. Interaccion semestre* localidad para incidencia de antracnosis en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.	50
Figura 11. Interaccion semestre* localidad*genotipo para incidencia de antracnosis en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.	51
Figura 12. Interaccion semestre* localidad para incidencia de mildew en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.	53
Figura 13. Interaccion semestre* localidad para incidencia de mildew en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.	54
Figura 14. Aspectos de calidad de vaina de la PEA,Sumapaz 2014.....	56

Figura 15. componentes principales para todas las variables de análisis.	57
Figura 16. Biplot de medias del rendimiento y la primera componente principal. PEAS habichuela, Sumapaz 2014.....	58

PRUEBAS DE EVALUACION AGRONOMICA (PEA) DE MATERIALES DE HABICHUELA TIPO VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L) EN LA REGION DEL SUMAPAZ

Entidad Obtentora: Universidad de Cundinamarca

Especialistas obtentores: Alvaro Celis Forero¹ y Laura Rocio Fonseca Hernandez².

Colaboradores: Profesores y estudiantes del Programa de IngenieriaAgronomica-Fusagasuga.

RESUMEN

El cultivo de habichuela tiene una gran importancia en la Provincia del Sumapaz, donde hace mas de 40 años se esta sembrando el cultivar Blue lake. Debido a esto los productores tienen que recurrir a realizar multiples aplicaciones de agroquímicos, para controlar los problemas de plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta lo anterior y ante la ausencia de cultivares mejorados de habichuela, la unidad de Mejoramiento de la Universidad de Cundinamarca con el apoyo de la Oficina de Investigaciones, Facultad de Ciencias Agropecuarias y el grupo de investigación BioGuavio/AgroUdec, esta realizando un Proyecto con el propósito de obtener una variedad mejorada de habichuela para la region del Sumapaz, que además de presentar rendimientos altos de vaina verde muestre tolerancia a los problemas de plagas y enfermedades. Se partió de 11 líneas avanzadas de habichuela donadas por el CIAT y después de seis semestres de evaluaciones se seleccionaron dos Genotipos, que están siendo sometidos a Pruebas de Evaluacion Agronomica.

¹I.A.,M.Sc. Direccion de investigación Universitaria. Universidad Cundinamarca

²I.A.Direccion de investigación Universitaria. Universidad Cundinamarca

En esas PEAS, se realizaron siembras en dos semestres diferentes en tres localidades evaluando dos genotipos promisorios LE 138 y LE 140 comparados contra el testigo comercial Blue lake. Entre las principales conclusiones se tienen que los Genotipos evaluados presentan un periodo vegetativo en floracion y cosecha, mas largo que el testigo Blue lake. Las diferencias en días a floracion y días a cosecha son 2 días, que no afectan ninguna estrategia de recolección y de mercado. El rendimiento de vaina verde para los genotipos LE 140 y LE 138 superaron ampliamente al testigo Blue lake con valores de 21.556 Kg*ha⁻¹ y 18.583 Kg*ha⁻¹ contra 15.148 Kg*ha⁻¹. La reacción a plagas y enfermedades en las tres localidades confirmaron que los nuevos genotipos son más tolerantes a los diferentes patógenos respecto al testigo comercial en las zonas del estudio. La calidad de los nuevos genotipos se considera como buena.

Palabras claves: Genotipos, rendimiento vaina verde, calidad.

INTRODUCCION

En Colombia el cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las hortalizas cultivadas más importantes del país, por su contenido nutricional, su demanda por parte de los consumidores y la posibilidad de manejar precios relativamente estables, permiten que la habichuela sea una alternativa interesante para los agricultores, especialmente aquellos que viven en las zonas de ladera de Colombia. Por otro lado, la habichuela se siembra entre los 1.100 y 2.000 msnm y temperaturas entre 16 y 23°C, el promedio de consumo en el área urbana es tres veces mayor que en el área rural.

La producción de habichuela en nuestro país depende de cultivares de hábito voluble, para su cultivo, se utilizan semillas importadas, constituyendo éste un insumo estratégico de alto costo. Una de las razones que pudiera estar favoreciendo su cultivo en las zonas del Sumapaz es el aumento de la demanda de los centros urbanos. En la actualidad, se calcula que anualmente se siembran 3.772 Ha y su producción equivale al 10% de la producción total de hortalizas. Su contenido nutricional se caracteriza por tener buenos niveles de vitaminas A, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina C y elementos como Ca, Mg, Na, P y K. Aunque existen diferentes variedades en el mercado, el 90% del área cultivada sembrada con la variedad Blue Lake.

Una de las principales dificultades que encuentran los agricultores es encontrar semillas de alta calidad para sus cultivos. Algunos estudios sugieren que las características propias de las variedades, su potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y precocidad, son las que determinan la adopción o rechazo por los agricultores. Además la habichuela durante su etapa de desarrollo y crecimiento puede ser afectada por más de 20 enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos; diseminados de acuerdo a las condiciones

ambientales características del sistema de producción practicado en cada región en que se siembra (Velasquez y Prada,1992).

El cultivar Blue Lake es muy antiguo y presenta muchos problemas fitosanitarios como alta susceptibilidad a antracnosis, roya y otras enfermedades, bajos rendimientos y solo tiene como característica sobresaliente su calidad de vaina, que le ha ocasionado reconocimiento y amplia demanda en los mercados del Departamento.

También se presenta un problema común en el uso de materiales no mejorados, que es la carencia de semilla certificada que le garantice al productor al menos un porcentaje de germinación y una pureza varietal del material.

Para que nuestro país pueda aumentar la producción y que el sector agropecuario sea más eficiente es necesario contar con la investigación agrícola ya que representa la base sobre la cual se sustenta todo lo demás; con su existencia y evolución se puede garantizar el éxito de la agricultura. El desarrollo agrícola es el paso de unos métodos tradicionales de la producción a otros nuevos y científicos que comprenden nuevos elementos técnicos, nuevos cultivos o incluso nuevos sistemas agrícolas (Swanson y Claar, 1987).

Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), por medio de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) en 2011, el departamento con mayor producción de Habichuela (*Phaseolus vulgaris*) fue Cundinamarca, con 14.864 toneladas. Es así como en muchos de sus municipios se encuentra el cultivo de esta hortaliza En relación con esta información, la habichuela se distribuye según su procedencia así: 2.433 t que provienen de Cundinamarca y representan la mayor participación con el 63,2%, proveniente de municipios como Fómeque(18,38%), Fusagasugá (18,13%), San Bernardo (14,32%), Cáqueza (9,73%) y Ubaque (8,08%), entre otros 33 municipios de este

departamento que despacha este producto hacia las centrales de abastos, importante en el consumo humano.

En muchos de los municipios de la región del Sumapaz, región productora por excelencia, este cultivo ha presentado grandes dificultades por la falta de variedades, por tal motivo la Universidad de Cundinamarca liderado por la oficina de Investigación, el apoyo del Programa de Ingeniería Agronómica y el grupo BioGuavio/AgroUdec establecieron algunos ensayos para evaluar líneas promisorias de habichuela con el propósito de obtener una variedad de habichuela tipo voluble que presentara buenas características de rendimiento, calidad de vaina y especialmente la tolerancia a enfermedades comunes en la zona con especial atención a la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*). Después de seis ciclos de siembra en diez y siete localidades se seleccionaron dos genotipos promisorios LE 138 y LE 140, a los cuales se les está haciendo el estudio de prácticas de manejo.

Como resultado final se establecieron Pruebas de Evaluación Agronómica en las cuales se evaluaron dos genotipos de habichuela tipo voluble en comparación con el testigo del agricultor cultivar Blue lake.

Con este propósito se realizó el pago para la supervisión de las pruebas de evaluación agronómica que fue realizada por el ingeniero Diego Galvis y el Técnico Iván García, los cuales hicieron las visitas respectivas a las tres localidades donde se sembraron los dos ciclos de las PEAS, con los dos genotipos en estudio (LE-138 y LE-140) y el testigo comercial Blue Lake.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización

La prueba de Evaluación Agronómica para el registro de nuevos cultivares de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) tipo voluble se realizó conforme la resolución 04000 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) durante el año 2014, en tres regiones representativas de la región del Sumapaz. La altura sobre el nivel del mar osciló entre 1160 y 1840 m.s.n.m

Cuadro 1. Características de las Localidades donde se realizó la prueba de Evaluación Agronómica de materiales de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) tipo voluble, 2014.

Municipio	Semestre	Vereda	Altitud m.s.n.m	Temperatura promedio	Tipo de suelo	Precipitación
Fusagasugua	A	Guavio bajo	1389	22 °C	Franco arcilloso	1.389 mm
Fusagasugua	B	Guavio bajo	1389	22 °C	Franco arcilloso	1.389 mm
Pasca	A	Guchipas	1840	17 °C	Franco limoso	1.810 mm
Pasca	B	Guchipas	1840	17 °C	Franco limoso	1.810 mm
Arbelaez	A	Arenal	1160	24 °C	Franco limo arcilloso	1.040 mm
Arbelaez	B	Arenal	1160	24 °C	Franco limo arcilloso	1.040 mm

Los suelos se han desarrollado a partir de rocas clásticas limos arcillosos, arenosos y depósitos de espesor variable de ceniza volcánica; son bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas y profundos a superficiales limitados por contacto con el material parental duro y coherente.

2.2 Material vegetal

Se evaluaron dos líneas avanzadas seleccionadas de un grupo de líneas tolerantes a antracnosis suministradas por el Programa de frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del cual después de seis

semestres se seleccionaron por tolerancia a antracnosis, rendimiento y calidad de vaina. Se incluyó como testigo comercial el cultivar Blue lake, que el material más sembrado en la región del Sumapaz.

2.2.1 Descripción de genotipos a evaluar en las P.E.A.S

2.2.1. 1 LE 138

La línea promisoría de habichuela tipo voluble denominada LE 138 fue obtenida por selección de una línea avanzada proporcionada por el CIAT y de la cual se realizaron selecciones masales individuales por rendimiento, calidad de vaina, tolerancia a antracnosis y con el estudio de la tasa fotosintética se determinó que se adaptaba bien en zonas de alturas inferiores a los 2000 m.s.n.m. Su genealogía es HAV 129XSBB 170/-1P-2P-2P-MP-5P-MP-MP-MQ-MF-MF-3LE-MF.

Es una planta de tipo anual con un periodo vegetativo entre 70 y 90 días de acuerdo a la región donde se siembre. Tiene hábito de crecimiento indeterminado con hábito según clasificación del CIAT (IV-B). Se caracteriza por tener raíces fibrosas penetrantes que pueden engrosar mucho con nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media; tallos glabros de 0.5-4 m de largo; hojas trifoliadas, foliolos ovados a veces romboide-ovados, ápice deltoide, base redondeada; inflorescencia axilar, en pseudoracimos cortos o alargados, hasta 15 cm de largo; flores con estandarte verde por contener clorofila, alas y quillas blancas, de 1,5 cm de largo, cáliz campanulado, 2-3 mm de largo, estandarte ancho y plano, 1 cm de largo, puberulento por fuera, quilla espiralada; fruto plano, falcado-oblongo, ligeramente túrgido alrededor de las semillas, 3-8 x 1-2 cm, glabro; semillas 2-4, reniformes, comprimidas de color blanco. El número de semilla por vaina oscila entre 5 a 10. El largo de la vaina oscila entre 15 y 18 cms dependiendo del manejo

agronómico y de la zona agroecológica donde se siembre (Celis y Fonseca,2013).

2.2.1.2. LE 140

La línea promisorio de habichuela tipo voluble denominada LE 140 procede de una línea avanzada proporcionada por el CIAT y de la cual se realizaron selecciones masales e individuales por rendimiento, calidad de vaina, tolerancia a antracnosis y con la determinación de la tasa fotosintética se determinó que se adaptaba bien en zonas de alturas superiores a los 2000 m.s.n.m. Su genealogía es HAV 129XSBB 170/-3P-1P-1P-MP-6P-MP-MP-MQ-MF-MF-7LE-MF.

Es una planta de tipo anual, con un periodo vegetativo entre 72 y 98 días de acuerdo a la región donde se siembre. Tiene hábito de crecimiento indeterminado con hábito según clasificación del CIAT (IV-A). Se caracteriza por tener raíces fibrosas penetrantes con nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media, tallos glabros de 0.5-3.5 m de largo; hojas trifoliadas, foliolos ovados ápice deltoide, base redondeada; inflorescencia axilar, en pseudoracimos cortos o alargados, hasta 18 cm de largo; flores con estandarte verde por contener clorofila, alas y quillas blancas ocasionalmente moradas, de 1.5 cm de largo, cáliz campanulado, 2-3 mm de largo, estandarte ancho y plano, 1 cm de largo, puberulento por fuera, quilla espiralada; fruto plano, falcado-oblongo, ligeramente túrgido alrededor de las semillas, 3-8 x 1-2 cm, glabro; semillas 2-4, reniformes, comprimidas de color blanco. El número de semilla por vaina oscila entre 5 a 10. El largo de la vaina oscila entre 14.5 y 19.2 cms dependiendo del manejo agronómico y de la zona agroecológica donde se siembre.(Celis y Fonseca,2013).

2. 2.1.3. Blue lake- Testigo Comercial

Domina el país, de amplia adaptación desde 1.000-1.600 m.s.n.m. Con rendimiento: 1.600 kg. /ha (semilla) y 8.000-12.000 kg/ha (legumbre) y un período vegetativo: 50-75 días (legumbre) y 90-100 días (semilla). Características de la vaina: 16-20 cm de largo, 9-10 mm de grosor y Oblonga– redonda.

Es una planta de tipo anual, con un periodo vegetativo entre 50 y 80 días de acuerdo a la región donde se siembre. Tiene hábito de crecimiento indeterminado con hábito según clasificación del CIAT (IV-A). Se caracteriza por tener raíces fibrosas penetrantes con nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media, tallos glabros de 0.5-3.5 m de largo; hojas trifoliadas, folíolos ovadosápicedeltoide, base redondeada; inflorescencia axilar, en pseudoracimos cortos o alargados, hasta 18 cm de largo; flores con estandarte verde por contener clorofila.

Características Agronómicas de crecimiento voluble o de guía, follaje verde claro, flores blancas, vainas grandes, de forma redonda. Tiene un promedio de 7 a 8 granos por vaina siendo difícil su desgrane en estado seco. Se requieren de 30 a 35 kg. /ha de semilla para siembra a mano. Se usan distancias de 90 cm entre surcos, con pares a 50 cm y distancia entre plantas de 15 a 20 cm. Presenta tolerancia de campo a bacteriosis, mancha angular, oídium y es medianamente susceptible a roya.

Cuadro 2. Características de tres genotipos de habichuela tipo voluble.
Fuente: Celis y Fonseca (2013)

Línea	Número	IDENTIFICACION	Habito.	Color Semilla.	Tolerancia a virus BCMV	Evaluación ANTRACNOSIS en Hojas	Evaluación ANTRACNOSIS en. Vainas
HAV 138	14565- 3	HAV 129xSBB 170/-1P-2P-2P- MP-5P-MP-MP- MQ	4B	Blanca	M	1	1
HAV 140	14565- 3	HAV 129xSBB 170/-3P-1P-1P- MP-6P-MP-MP- MQ	4A	Blanca	N	1	1
BLUE LAKE		Pedigree cerrado de la compañía Ferry Morse.	4B	Blanca	S	8	6

2.3 Proceso de Mejoramiento genético

Se inició el Proyecto con once líneas avanzadas de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) tipo voluble seleccionadas por el C.I.A.T dentro de un programa que tenía como objetivo producir líneas tolerantes a antracnosis (*Colletrotrichum lindemuthianum*). Después de diferentes siembras que incluyeron evaluación de líneas, ensayos de rendimiento, pruebas semicomerciales y pruebas regionales se seleccionaron dos genotipos por alta tolerancia a enfermedades, buenos rendimientos y calidad de vaina. Posteriormente se inició el proceso de purificación de semilla y en este semestre se está obteniendo la semilla básica de los Genotipos.

2.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar con tres repeticiones en el cual se sembraron los dos genotipos y el testigo comercial en un área de 1.680 metros cuadrados, para cada localidad durante dos épocas en el

año 2014. Se utilizaron 3 repeticiones cada una con medida de 15 surcos de 10 metros de largo distanciados un metro.

2.4.1. Plano de campo

Repetición I Genotipo 1	Repetición I Genotipo 2	Repetición I Genotipo 3
Repetición II Genotipo 2	Repetición II Genotipo 3	Repetición II Genotipo 1
Repetición III Genotipo 3	Repetición III Genotipo 1	Repetición III Genotipo 2

2.4.2. Manejo en campo de las pruebas de Evaluación Agronómica PEAS en los dos ciclos de 2014.

La siembra en los dos ciclos se realizó en tres localidades las cuales fueron: vereda Guavio Bajo- Fusagasugá, vereda Guchipas Municipio de Pasca y Vereda el Arenal municipio de Arbeláez, La siembra se realizó después de una preparación convencional con rotovitiada y surcada de los lotes. Siembra manual a 50 cms entre plantas y 1 metro entre surcos, para una densidad de 20.000 plantas*ha⁻¹, las tres se realizaron en diferentes fechas. El sistema de riego implementado fue riego por goteo y el manejo de malezas el convencional con aplicaciones de herbicidas selectivos como Imazetapyr en preemergencia y los herbicidas selectivos Fomesafen y Cletodim para control de malezas dicotiledóneas y gramíneas.

La fertilización se realizó en base a los análisis de suelos utilizando el fertiriego, adicionalmente se realizaron aplicaciones foliares de elementos menores.

El control de plagas se realizó utilizando un producto biológico que contiene cepas de cuatro hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopilae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Verticillium lecanii* en concentración de 1×10^9 - 2.5×10^9 esporas viables de hongos. Se implementaron el uso de trampas elaboradas con plástico de color amarillo para mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y plástico azul para el control de Trips (*Trips palmi*).

No se realizó ningún tipo de control para enfermedades porque se quería evaluar la respuesta de los Genotipos a los diferentes patógenos presentes en las tres zonas de estudio. Durante las diferentes etapas fenológicas se evaluaron la presencia de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya, virosis y mildew. Igualmente se evaluó la presencia de plagas especialmente mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

La cosecha en cada localidad se realizó manualmente tomando las vainas que estaban adecuadas para el consumo en fresco, se pesaban y se determinaron las características de calidad de vaina y presencia de enfermedades en la vaina. Se realizaron siete cosechas espaciadas 3 días para un periodo de cosecha de 24 y 30 días.

2.4.3. Parámetros evaluados





La recopilación de datos, se llevó a cabo mediante un muestreo semanal a 10 plantas por genotipo por repetición. Los genotipos se evaluaron tomando como referencia los siguientes parámetros:





- **Días 50% de floración:** cuando el 50% de las plantas mostraron floración

- **Días a cosecha:** cuando se presentaban más del 10% de las plantas con vaina verde, en estado óptimo de cosecha.
- **Numero de cosechas:** a partir de la primera cosecha el número de veces que se realizaron cosechas de vainas verdes óptimas.
- **Número de vainas por planta:** Se contaron todas las vainas que tuvieran por lo menos una semilla viable en cada planta muestreada.
- **Longitud de Vaina:** Se tomaron 10 vainas en etapa de pico de producción, midiendo su longitud en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice, para tomar un promedio por tratamiento por repetición.
- **Semillas por vaina:** Para determinarlo se utilizaron las mismas vainas empleadas para determinar su longitud y se contó el número de semillas viables que contuvieran.
- **Peso de 10 vainas:** se cosecharon 10 vainas del surco central y se pesaron.
- **Rendimiento:** Se cosecharon las vainas de las plantas de diez surcos, se pesaron y ese dato en kilogramos, se consideró como el rendimiento de vaina fresca por parcela, para luego llevarlo a rendimiento por hectárea.
- **Incidencia de Mildew Polvoso (*Erysiphe polygoni*):** se determinó la incidencia, empleando el porcentaje de plantas afectadas, tomando el total de plantas por repetición y dividiéndolas por el número de plantas afectadas.
- **Incidencia de Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*):** se determinó la incidencia, empleando el porcentaje de plantas afectadas, tomando el total de plantas por repetición y dividiéndolas por el número de plantas afectadas.
- **Severidad de Mildew polvoso y Antracnosis:** La severidad se determinó utilizando la escala 1-9 (CIAT). Donde 1 corresponde a plantas sin síntomas visibles de la enfermedad y 9 a plantas con

necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, pecíolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento.

Cuadro 3. Escala de severidad de Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).

GRADO	SINTOMA	FOTOGRAFIA
1	No hay enfermedad. 0% de infección en tejido	
2	Enfermedad apenas comenzando; lesiones muy pequeñas en pocas plantas. <1% de infección.	
3	Muy poca enfermedad; lesiones pequeñas o muy pequeñas en pocas plantas o tejido. 2-3% de infección del tejido	
4	Lesiones ya formadas generalmente medianas, pero con tendencia a pequeñas 6-8 de infección en tejido.	

5	Lesiones medianas pero causando poco daño económico, 10-12 de infección de tejido.	
6 y 7	Bastantes lesiones grandes en todas las plantas afectando por lo menos la mitad o 2/3 de todas las plantas.	
8	Daño económico visible, lesiones grandes, generalizadas y abundantes	
9	Muerte de la planta; ataque muy severo, vainas deformes, granos podridos, defoliación severa.	

De esta escala se realizó la clasificación, donde 1 son plantas resistentes, 2 a 4 plantas tolerantes, 5- 7 susceptibles y 9 altamente susceptibles. Estos valores se analizaron por medio de una moda estadística, que es el valor que tiene mayor frecuencia absoluta, ésta se realizó con las siguientes características:



- Se ordenaron los números de la escala obtenidos a través del muestreo de las plantas testigo.




- Se determinó la cantidad de veces de cada valor numérico.
- El valor numérico que más se repitió fue la moda estadística obtenida.

Con estos datos se estableció la resistencia o susceptibilidad a problemas fitosanitarios de las líneas experimentales y los testigos comerciales.

- **Incidencia de Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*):** Se evaluaron dos etapas cuando aparece la tercera hoja trifoliada (número de plantas con pupas), se contó el número de plantas con pupas y sin ellas con respecto al total de plantas analizadas y se expresó en términos de porcentaje de plantas infestadas lo que corresponde a la calificación de infestación.
- **Severidad de Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*):** Se realizó mediante una estimación visual, en la cual se establecieron los grados de 0 a 4 para medir la afectación del tejido foliar utilizando el mismo procedimiento utilizado para las enfermedades.

Cuadro 4. Escala de severidad de Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

GRADO	SINTOMA	FOTOGRAFIA
0	No existe presencia de mosca blanca.	
1	Se presenta un número de individuos de 10 por hoja aproximadamente.	

2	La presencia de mosca blanca es de 36 individuos por hoja o mayor.	
3	La hoja presenta infestación de huevos de mosca blanca.	
4	El ataque de mosca se convierte en vector de fumagina el cual es un hongo saprofito presente en la superficie de la hoja.	

- **Perforadores de vaina:** presencia de vaina perforada por cualquiera de los causantes (*Maruca textulatia* o *Heliothis sp.*)
- **Características de calidad de vaina:** se determinaron la longitud de vaina y sección transversal en promedio de 10 vainas
- **Presencia de Fibra:** La fibra se determinó por la textura de la vaina, entendiéndose esta como la calidad de la carnosidad en consumo, para determinar los parámetros de clasificación se hace una ruptura de la vaina por el medio de la misma y se tiene en cuenta la reacción del fruto a su rompimiento, la flexibilidad o dureza de la vaina al romperse, entendiéndose como 1 la menos fibrosa y 3 la más fibrosa. Estos valores se presentaron utilizando una moda estadística, registrando el valor que tiene mayor frecuencia absoluta.

2.5 Análisis estadísticos

Se realizó análisis de varianza individual para cada una de las localidades, para evaluar los diferentes genotipos en cada una de las localidades, se utilizó el Diseño experimental análisis de varianza mediante el modelo lineal para el diseño de bloques completos al azar:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b(a)k(j) + a_j + (ga)_{ij} + ijk \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde Y_{ijk} el valor fenotípico del genotipo i , evaluado en k repeticiones y j ambientes; mientras, g_i , a_j , $(ga)_{ij}$, representan la media general, efecto de genotipos, de ambientes e interacción G*A, respectivamente; $b(a)k(j)$ es el efecto de repetición dentro de ambiente y ijk el error experimental asociado a la ijk -ésima observación.

La descomposición del valor fenotípico (Y_{ijk}) como el expresado en la ecuación uno, no provee mayor información sobre el modelo de comportamiento de un genotipo en los diferentes ambientes, sólo permite cuantificar la magnitud de la interacción G*A, es por ello que el análisis de A y E permite examinar el desempeño de un genotipo relativo a otro para diferentes ambientes, utilizando el modelo AMMI (Zobel et al., 1990; Bernardo, 2002).

2.6 Modelo AMMI

Este modelo considera como efectos aditivos principales el genotipo y ambiente mediante el análisis de varianza y la interacción G*A como efecto multiplicativo por medio de un análisis multivariado de componentes principales (CP), según (Crossa *et al.*, 1990). Bernardo (2002), explica que el análisis de CP transforma los datos originales en combinaciones lineales, siendo no correlacionadas entre sí y agrega que el primer CP debe explicar un alto porcentaje de la variación de los datos para ser útil, en otras palabras los primeros ejes de los CP deben capturar la mayor varianza de la interacción G*A; caso contrario, el análisis pierde eficiencia en agrupar ambientes dentro de subgrupos homogéneos. El

modelo que describe la respuesta media de un genotipo i en un ambiente j del análisis AMMI de Zobel *et al.* (1988) y actualizado por Bernardo (2002)(Ecuación 2).

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + (IPCA)_i + (IPCA)_j + d_{ij} + ij \quad (\text{Ecuación 2})$$

Basándose en un modelo tradicional de análisis de varianza conjunta, donde μ represente la media general g_i , el efecto genotípico a_j , el efecto del ambiente y ij error experimental, la interacción G*A es expresado IPCA genotipo i para el eje n ; IPCA es el CP del ambiente j para el eje n ; n representa el número de ejes usados en un análisis particular cuyo número mínimo es $[(g-1)(a-1)]$; d_{ij} es el efecto residual de la interacción G*A que no es explicado por el análisis de componentes principales. n igual término que la variable estudiada. El análisis AMMI es un estimador mejorado del comportamiento de un genotipo en un ambiente, permitiendo calcular un efecto particular de la interacción G*A para todos los genotipos considerados. El genotipo con el menor valor absoluto es calificado como el más estable. A partir del primer componente principal, caso sea significativo y representativo (70%) de la interacción, se considera que concentra la mayor varianza en G*A, siendo posible generar un gráfico (Biplot o doble representación) con la variable medida (rendimiento de granos), que representa las similitudes (grupos homogéneos) de genotipos y de ambientes.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Cuadro 5, se presenta el resumen del análisis de varianza Combinado para las variables D.F, D.C, N.V.P, P.10.V, L.V y R.V.V., las localidades o ambientes en evaluación y de su interacción G *A; presentándose diferencias altamente significativas al 1% ($Pr>F <.001$) entre todas las fuentes del modelo estadístico excepto para la interaccion semestre*localidad.

3.1 Dias a floración

Según el análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P<0,001$) entre semestres,localidades,Interaccion S*L y Genotipos. indicando que existe variación significativa entre las localidades donde se realizó la evaluación, que afectó el valor medio de los genotipos, mientras que la significancia para genotipos indica la presencia de diferencias genéticas entre los genotipos evaluados. La significancia en la interaccion semestre por genotipos señala que en el semestre 2 el promedio de los genotipos mostro un periodo mas corto de siembra a floracion, posiblemente debido a factores climaticos como temperatura y luminosidad.

Cuadro 5. Análisis de varianza conjunta para las variables en evaluación en dos genotipos y un testigo, en tres localidades y dos semestres en la región del Sumapaz 2014.

Fuentes de variación	Cuadros medios						
	GL	D.F	D.C	N.V.P	P.10.V	L.V	R.V.V
Semestre	1	378.68**	327.57**	2787.85**	2.24 ^{NS}	0.28 ^{NS}	253.50 ^{NS}
Localidad	2	1980.24**	2000.72**	2277.72**	692.35**	2.67**	28595.38**
Sem*Loc	2	66.68**	70.01**	1247.01**	45.90 ^{NS}	0.29 ^{NS}	35463.72**
Rep.*sem* Loc	12	1.22 ^{NS}	0.87 ^{NS}	3.83 ^{NS}	14.66 ^{NS}	0.10 ^{NS}	75.31 ^{NS}
Genotipo	2	72.79**	9.05**	6685.38**	2626.74**	57.12**	26817.72**
Sem*Gen	4	2.46 ^{NS}	20.24**	247.35**	71.18 ^{NS}	0.35 ^{NS}	531.05 ^{NS}
Loc*Gen	4	1.07 ^{NS}	7.78**	168.11**	73.01**	0.49 ^{NS}	2289.27**
Sem*Loc* Gen.	4	1.62 ^{NS}	17.51**	69.018 ^{NS}	17.68 ^{NS}	0.69 ^{NS}	893.44**
Error	22	1.17	0.73	244.67	5.80	0.08	46.45
C.V (%)		2.40	1.15	3.36	1.96	1.56	3.26

*, ** = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente. NS= no significante

GL: grados de libertad D.F: días a floración D.C: días a cosecha N.V.P : numero vainas por planta P.10.V: peso 10 vainas L.V: longitud vaina R.V.V : rendimiento vaina verde C.V.= Coeficiente de variación

Cuadro 6. Comparacion de medias para semestres, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

SEMESTRES	Comparación de medias					
	Días Floración	Días cosecha	No vainas* planta	Peso de 10 vainas	longitud vaina	Rendimiento Vaina verde
Primero	(1)47.55 a	(1)76.74 a	87.81 b	123.00 a	18.76 a	206.88 a
Segundo	(2)42.26 b	(2)71.81 b	102.18 a	123.40 a	18.90 a	211.22 a
Promedio	44.90	74.27	94.99	123.20	18.83	209.05
DMS	2.54	2.26	6.14	5.23	0.47	11.56

() Indica el lugar ocupado por el Semestre. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

En el cuadro 1 se observa algunas características de las localidades y se puede observar que Pasca presenta una altura sobre el nivel del mar de 1.810 metros que supera por mas de 500 metros a Fusagasugá y mas de

600 a Arbelaez, por consiguiente las condiciones de clima son diferentes en temperaturas promedios, en luminosidad y en precipitación que ocasiona que la floración en los genotipos sea mas tardia.

En el cuadro 7 se presenta las DMS entre las localidades y se observa que la localidad Pasca presenta el valor mas alto con 57 dias y difiere estadísticamente de Fusagasugá y Arbeláez que son similares entre si.

Cuadro 7. Comparacion de medias para localidades, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

LOCALIDADES	Comparación de medias					Rendimiento Vaina verde
	Días Floración	Días cosecha	No vainas* planta	Peso de 10 vainas	longitud vaina	
Fusagasugá	(2)39.44 b	(2) 68.55 b	93.72 b	(1)128.38a	(3)18.40 b	(2) 230.78 a
Pasca	(1)57.00 a	(1) 86.44 a	106.83 a	(2)124.88a	(2)18.97 a	(1) 233.33 a
Arbeláez	(3)38.27 b	(3) 67.83 b	84.44 c	(3)116.33b	(1)19.13 a	(3) 163.05 b
Promedio	44.90	74.60	94.99	123.16	18.83	209.05
DMS	2.06	2.26	6.58	3.93	0.57	11.56

() Indica el lugar ocupado por la localidad. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

En el cuadro 8 se presenta la comparación de medias para los genotipos evaluados. Los Genotipos LE 140 y LE 138 presentan valores de 46.5 y 45.5 días a floración no difieren entre si pero si del Testigo Blue lake que es mas precoz con 42.6 dias. Este efecto es de tipo genético porque no hay interaccion significativa S*G, L*G y la interaccion L*S*G.

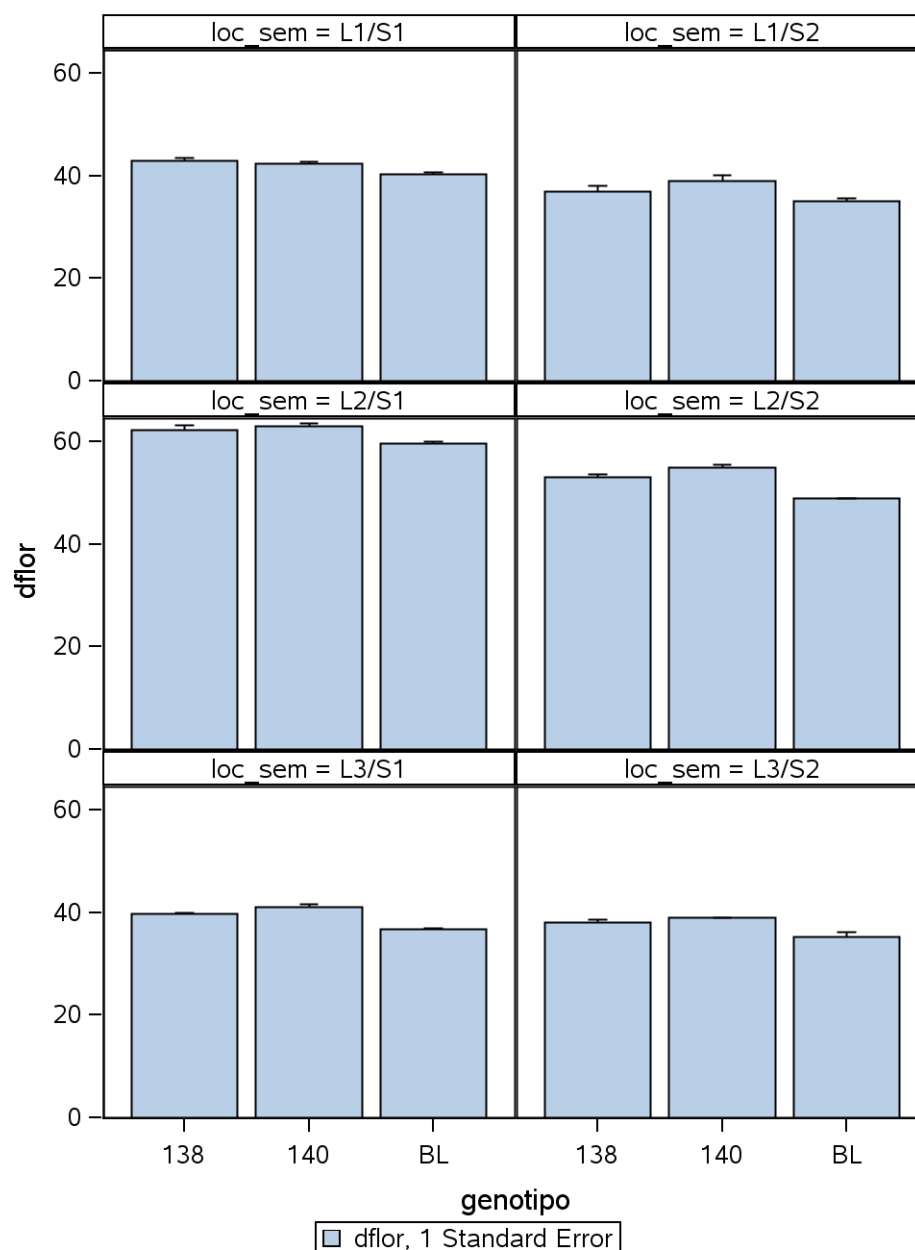
Cuadro 8. Comparación de medias para Genotipos, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

GENOTIPO	Comparación de medias					Rendimiento Vaina verde
	Días Floración	Días cosecha	No vainas*planta	Peso de 10 vainas	longitud vaina	
LE 138	(2) 45.50 a	(1)75.06 a	(2) 97.61 b	(3)113.17 c	(3) 17.70 b	(2) 223.00 b
LE 140	(1) 46.55 a	(2) 74.11 a	(1)112.83 a	(2)119.83 b	(2) 17.91 b	(1) 258.67 a
BLUE LAKE	(3) 42.67 b	(3)73.67 b	(3) 74.55 c	(1)136.61 a	(1) 20.88 a	(3) 181.78 c
Promedio	44.90	74.28	94.99	123.20	18.83	221.14
DMS	2.06	2.26	5.12	5.22	0.46	11.56

() Indica el lugar ocupado por el Genotipo. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

En la figura 1 se puede observar la Interacción semestre*localidad y se puede afirmar que hay diferencias más marcadas entre los semestres para las diferentes localidades, siendo más notables las diferencias que se presentan en la localidad dos Pasca en los dos semestres.

Figura 1. Interacción semestre*localidad para D.F para tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.2 Dias a cosecha

Según el análisis de varianza para D.C (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre todas las fuentes del modelo estadístico excepto para la interacción entre localidad*repetición.

Esta característica mostro que esta afectada por semestre de siembra, localidad de siembra y genotipos evaluados. Igualmente todas las interacciones interactuan y causan aceleración en el proceso de cosecha de vainas verdes en los genotipos evaluados, resultados similares fueron reportados en la evaluación de genotipos de frijol por Rosales *et al* (1998).

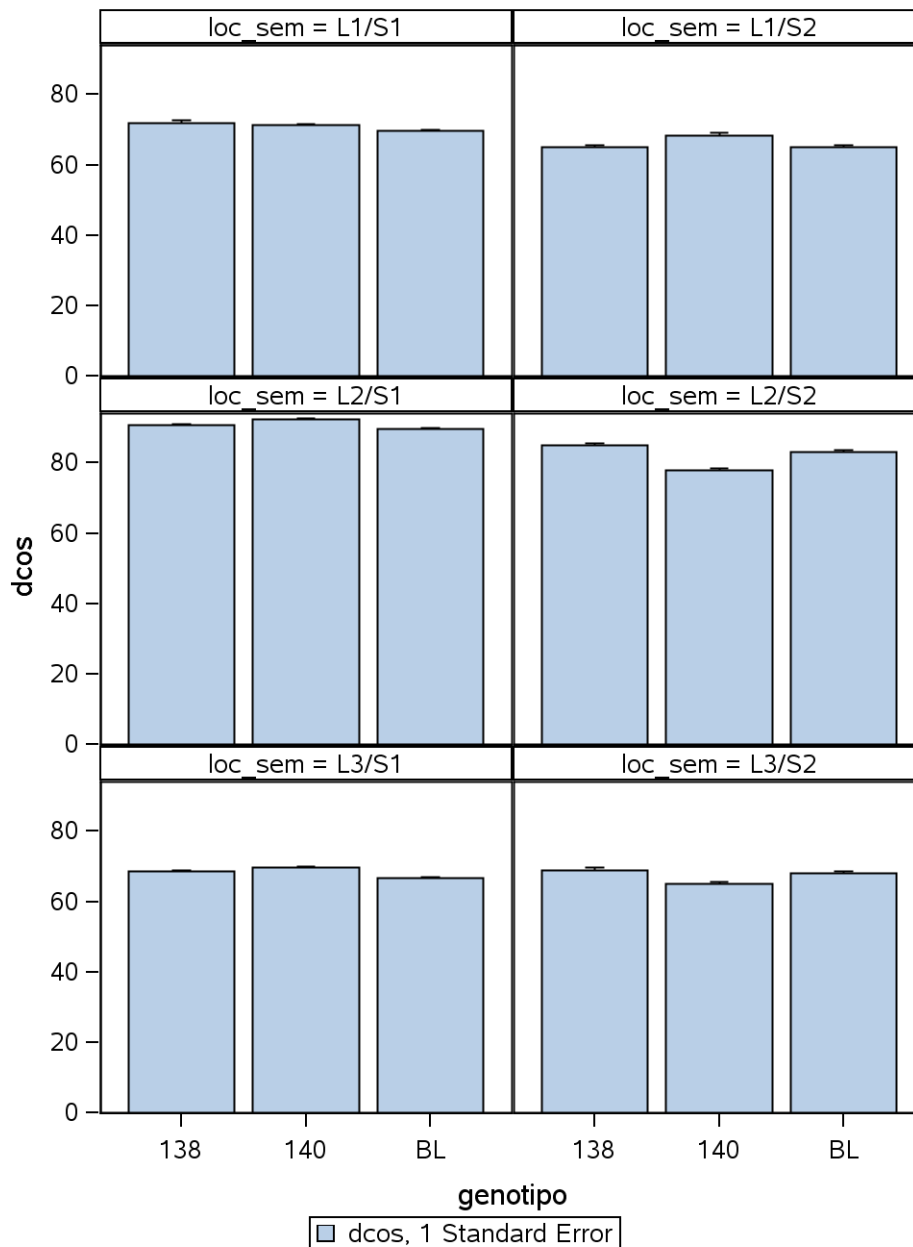
En el cuadro 6 se presenta la comparación entre los semestres y se observa la misma tendencia de días a floración y es que en el segundo semestre el periodo a cosecha se acorta en relación al primer semestre.

La comparación entre localidades se aprecia en el cuadro 7 y sigue la misma tendencia de D.F,el mayor D.C se presenta en Pasca y difiere estadísticamente de Fusagasugá y Arbeláez que presentan periodo a cosecha similares.La diferencia entre localidades es de 19 dias.

En el cuadro 8 se puede apreciar la DMS entre los Genotipos y se puede distinguir que LE 138 y LE 140 superan al testigo Blue lake, sigue la tendencia de floración.

Las interacciones se pueden observar en la figura 2 y es importante destacar que entre semestres la localidad que mostro mayor cambio fue Pasca en el primer semestre presenta mayor periodo de D. C y en la misma localidad se distingue que LE 138 es el genotipo mas tardío en el segundo semestre, mientras que en el primer semestre correspondio a LE 140.

Figura 2. Interacción semestre*localidad para D.C en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.3 Numero de vainas por planta

Según el análisis de varianza para N.V (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre todas las fuentes del modelo estadístico excepto para la interacción entre localidad*repetición y

Semestre*localidad*genotipo. Esta característica es uno de los principales componentes de rendimiento y es afectada por condiciones ambientales, suelo, temperatura y precipitación. Estos factores influyen en la expresión de la media del rendimiento de cada genotipo. Según Lopez y Ligarreto(2006) el carácter número de vainas por planta es el de mayor importancia sobre la determinación del rendimiento, en frijol.

En el cuadro 6 se presenta la comparación entre los semestres y se observa que el valor mas alto correspondió al segundo semestre con 102.18 vainas*planta superando al primer semestre que mostro un valor de 87.81 vainas*planta. Parece ser que en este semestre las condiciones climaticas en el estado fenológico de polinización y llenado de vaina fueron favorables.

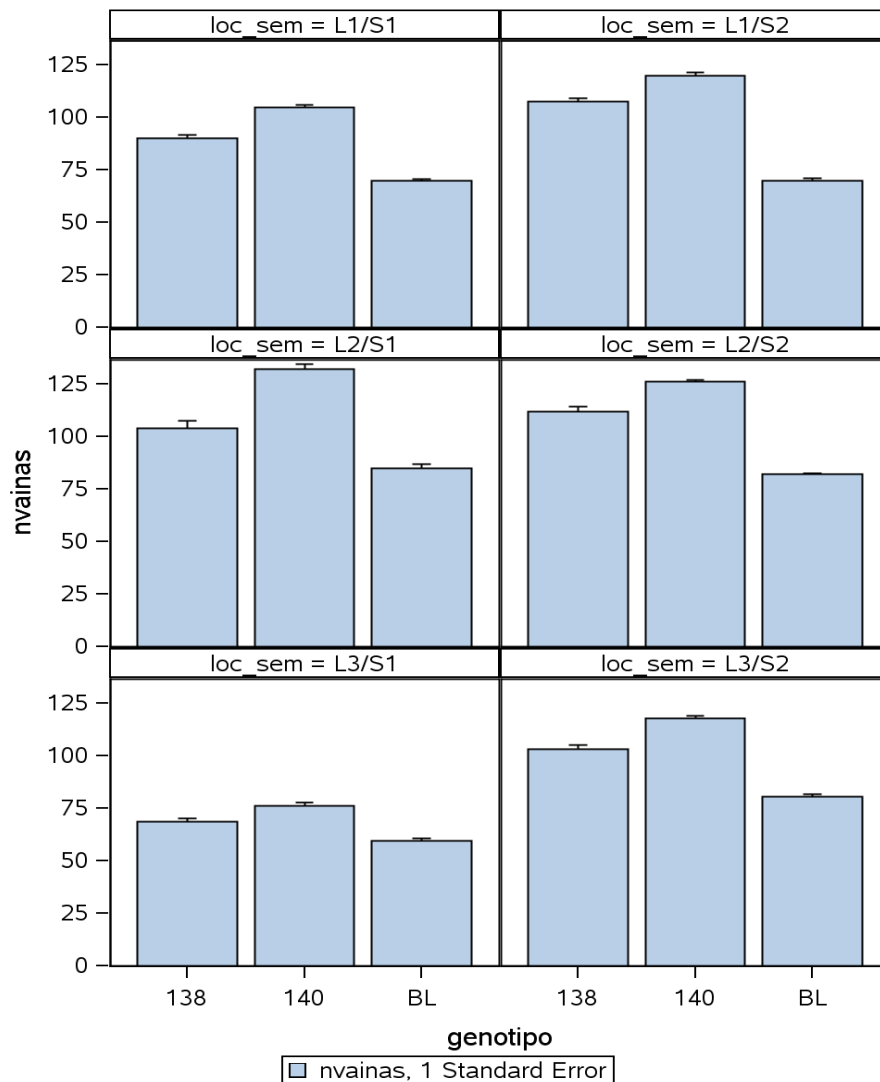
La comparación entre localidades se aprecia en el cuadro 7 y se observa que el valor mas alto se presento en Pasca con 106.83, seguido por Fusagasugá con 93.72 y finalmente Arbeláez con 84.44 vainas*planta. Todas las localidades difieren a nivel estadístico y el valor mas alto se asocia con las excelente oferta ambiental que presenta Pasca para el cultivo y el menor valor de Arbeláez se puede asociar a las condiciones de disminución de la precipitación en las ultimas etapas del periodo vegetativo.

En el cuadro 8 se presenta la DMS entre los Genotipos y se puede distinguir que LE 140 con un valor de 112.33 supera a LE 138 con 97.61 y por ultimo el testigo Blue lake con 74.55. De acuerdo con algunos reportes LE 140 y LE 138 superan al testigo en diferentes ensayos de evaluacion realizados.

En la interaccion semestre*localidad el valor mas alto reportado fue para el segundo semestre en Pasca con valor de 106.67 vainas*planta. El menor valor se presento para el semestre 1 en Arbeláez con 68.22

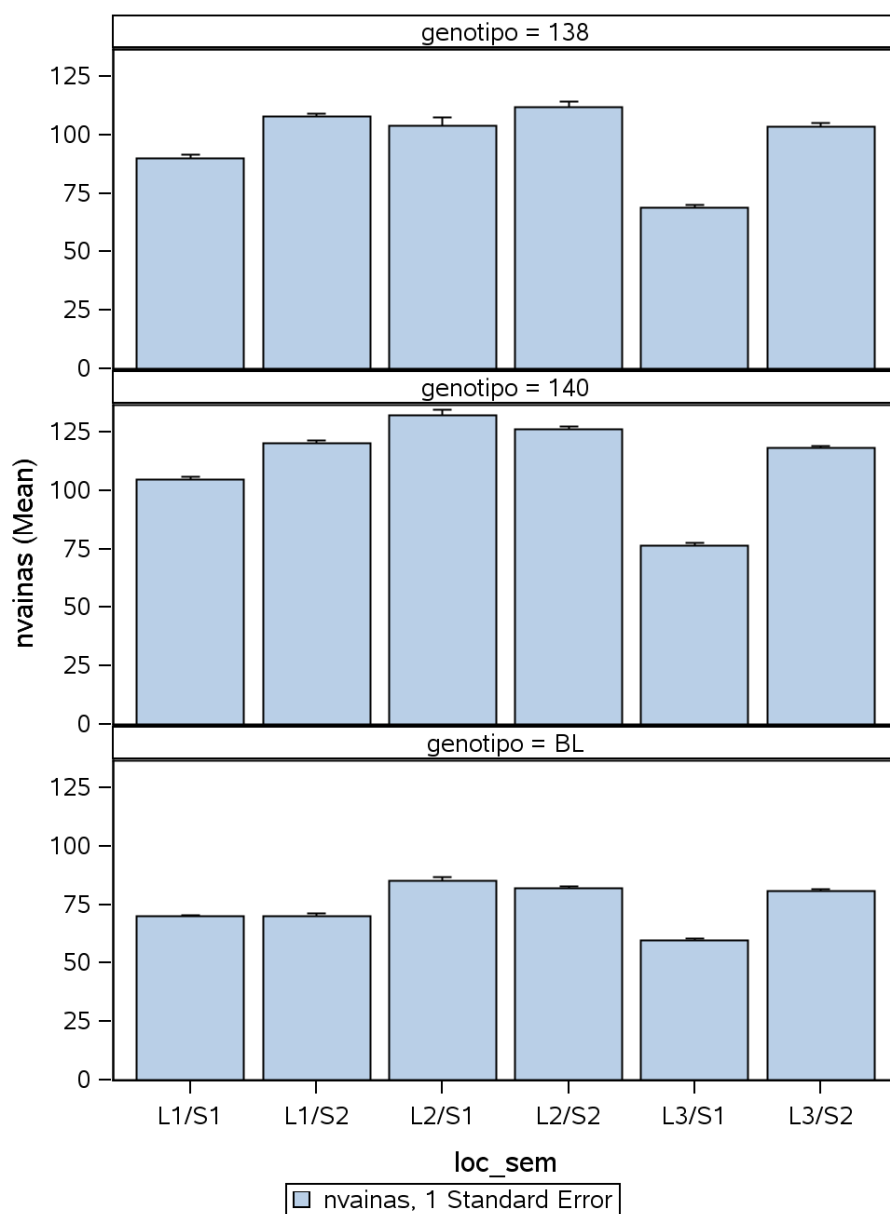
vainas*planta.En la figura 3 se presentan las interacciones para esta característica.

Figura 3. Interaccion semestre*localidad para N.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



La interaccion semestre por genotipos presento el mejor resultado para el semestre 2 en el genotipo LE 140 con valor de 121.33. El resultado mas bajo se reporto para el semestre 1 con el testigo Blue lake con valor de 71.56. El Genotipo LE 138 presento valores intermedios en las diferentes localidades en los dos semestres.

Figura 4. Interacción semestre*localidad para P.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.4 Peso de 10 vainas

Según el análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre localidades, Genotipos y la interacción L*G indicando que existe variación significativa entre las localidades donde se realizó la evaluación, que afectó el valor medio de

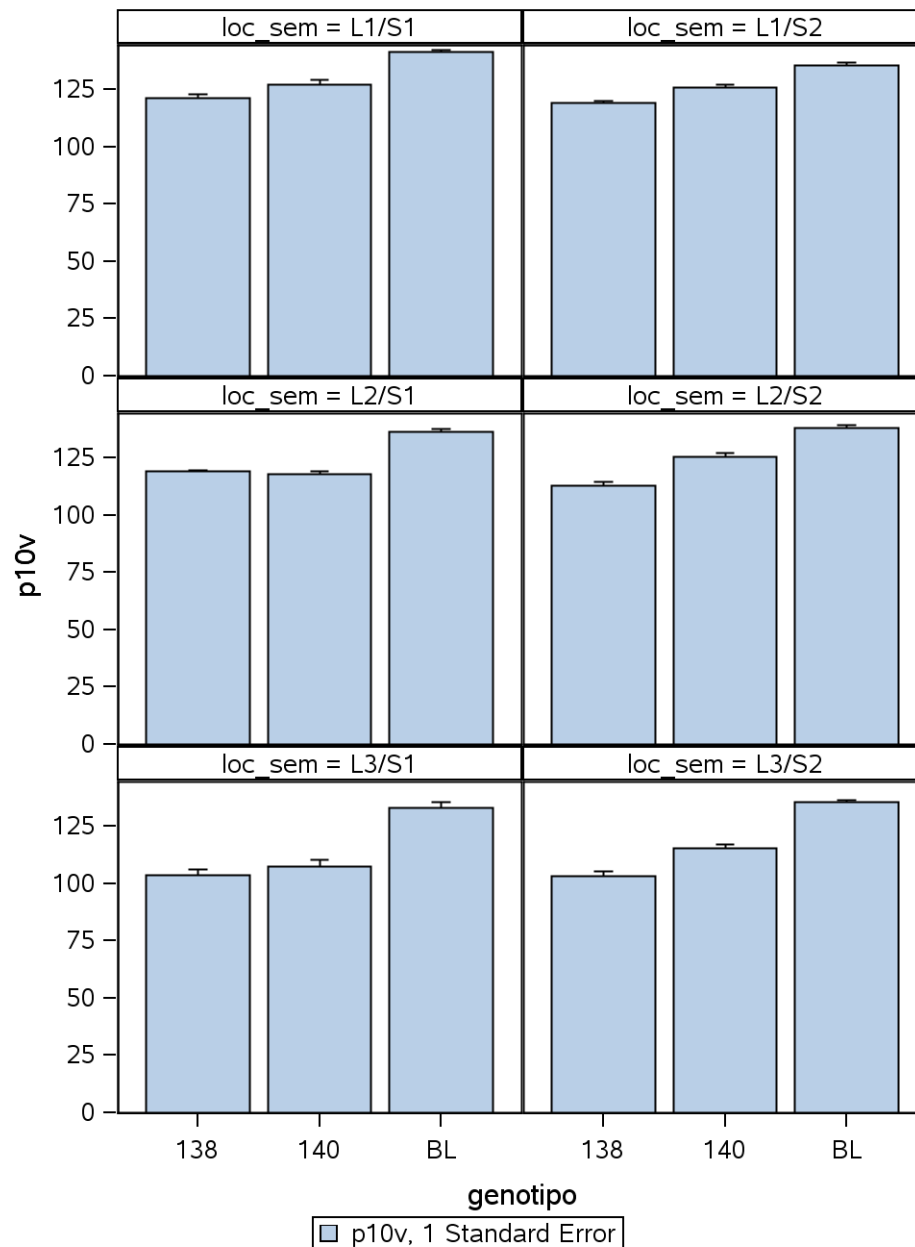
los genotipos, mientras que la significancia para genotipos indica la presencia de diferencias genéticas entre los materiales evaluados. La interacción Localidad*genotipo indica que estos factores interactúan para incidir en esta característica.

La comparación entre localidades aparece en el cuadro 7 y se observa que las localidades Fusagasugá y Pasca presentan valores similares con 128.38 y 124.88 gr; la localidad de Arbeláez con 116.33 gr difiere a nivel estadístico de las anteriores. Las condiciones menos favorables de esta localidad incidieron en el menor peso de las vainas.

En el cuadro 8 se puede apreciar la DMS entre los Genotipos y se puede distinguir al testigo Blue lake, que presenta el valor más alto con un valor de 136.61 gr; sigue LE 140 con 119.83 gr y finalmente LE 138 con 113.17 gr. Una de las características sobresaliente en Blue lake es la longitud de vaina y el peso de 10 vainas normalmente estas características están muy asociadas con el genotipo.

Las interacciones se presentan en la figura 3 y se detecta que Blue lake muestra los valores más altos en todas las localidades. En las localidades con mejores condiciones ambientales se obtuvieron valores altos del P.10.V.

Figura 5. Interacción localidad *Genotipo para P.10.V en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.5 Longitud de vaina

Según el análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre localidades y Genotipos indicando que existe variación significativa entre las localidades donde se realizó la

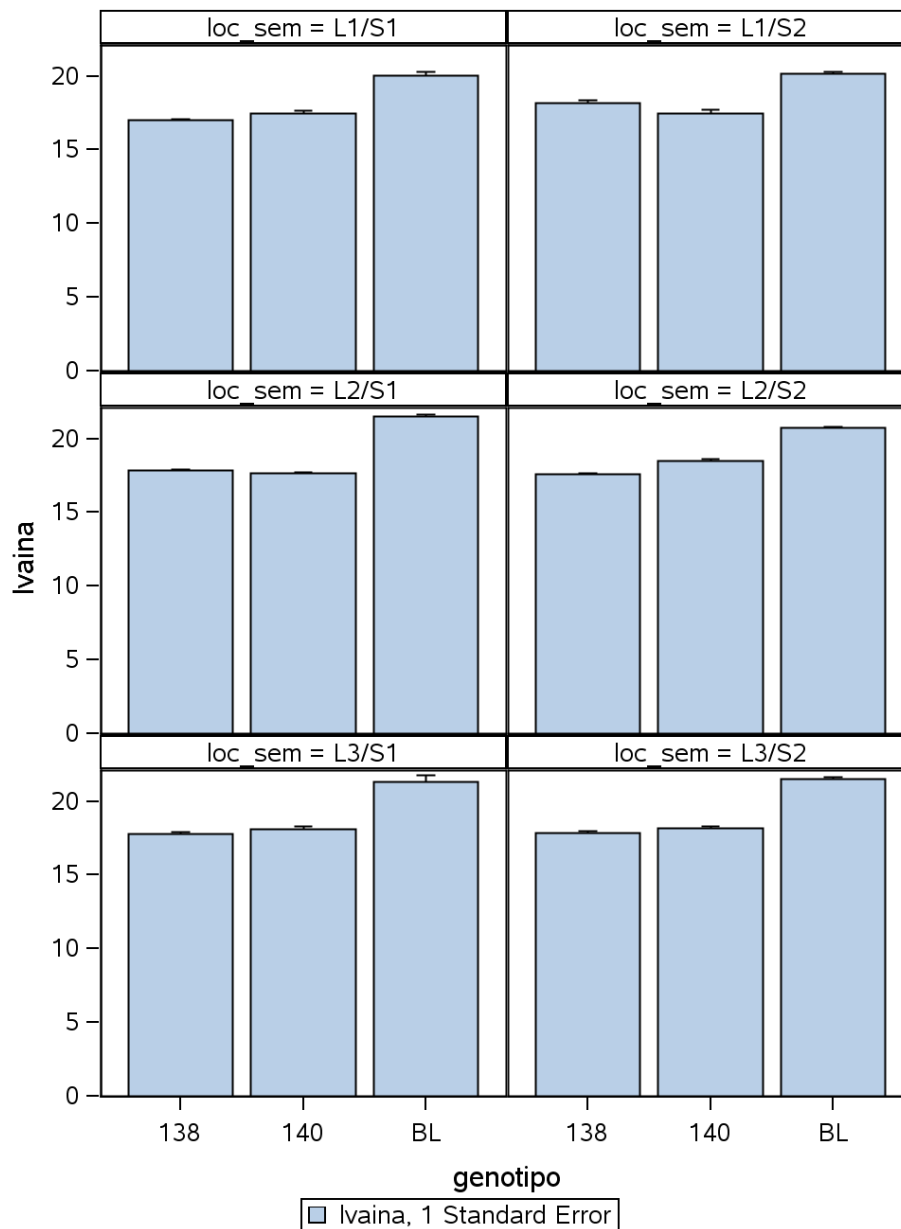
evaluación, que afectó el valor medio de los genotipos, mientras que la significancia para genotipos indica la presencia de diferencias genéticas entre los materiales evaluados.

La comparación entre localidades se muestra en el cuadro 7 y se observa que las localidades Fusagasugá y Pasca presentan valores similares con 19.13 y 18.97 cm. La localidad Arbeláez presentó un valor de 18.40 cm diferente a nivel estadístico de los anteriores, posiblemente por que esta localidad presentó condiciones menos favorables para el desarrollo del ensayo en comparación, con las otras dos localidades.

En el cuadro 8 se puede apreciar la DMS entre los Genotipos y se observa que el testigo Blue lake, presenta el valor más alto con un valor de 20.88 cm, sigue LE 140 con 17.91 cm y finalmente LE 138 con 17.70 cm. Una de las características sobresalientes en Blue lake es la longitud de vaina y el peso de 10 vainas normalmente estas características están muy asociadas con el genotipo.

En la figura 6 se muestra el comportamiento de esta característica en semestre y localidad.

Figura 6. Interacción localidad * Genotipo para longitud de vaina en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.6 Rendimiento de vaina verde

Según el análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre localidades, interacción semestre*localidad, genotipos, interacción sem*genotipo, interacción

loc*genotipo y la interacción triple sem*loc*genotipo. Estos resultados indican que esta característica por ser de herencia cuantitativa se ve afectada por muchos factores. Checa *et al* (2010) en unos ensayos en frijol señalaron que el rendimiento mostró una heredabilidad más baja (36%) y la manifestación de estos caracteres está altamente influenciada por el ambiente y que su herencia es de tipo cuantitativo con muchos genes menores involucrados que interactúan con el ambiente.

La comparación entre localidades se aprecia en el cuadro 7 y se muestra que las localidades Fusagasugá y Pasca presentaron valores de 233.33 y 230.78 kg*parcela similares estadísticamente pero difieren de la localidad Arbeláez que presentó un valor de 163.05 kg*parcela. Esta última localidad presentó durante los dos semestres condiciones ambientales menos favorables para el desarrollo del cultivo de la habichuela y esas condiciones desfavorables se reflejan en el rendimiento de vainas verdes.

En el cuadro 8 se presenta la DMS entre los Genotipos y se puede distinguir que el genotipo LE 140 presentó el valor más alto con un valor de 246.56 kg*parcela, sigue LE 138 con un valor de 211.17 kg*parcela que difiere de LE 140 a nivel estadístico y finalmente el testigo Blue lake que presentó un valor de 169.44 kg*parcela que es inferior estadísticamente de los anteriores. Estos resultados están asociados con algunos componentes de rendimiento como número de vainas y peso de 10 vainas, en los cuales los Genotipos LE 140 y LE 138 son superiores al testigo. También el rendimiento está asociado con la mayor tolerancia a plagas y enfermedades de los Genotipos LE 140 y LE 138, según muchos reportes de trabajos desarrollados en zonas de la región del Sumapaz. Antolínez y Cárdenas (2012), Valencia y Romero (2013), Jiménez y Moreno (2014).

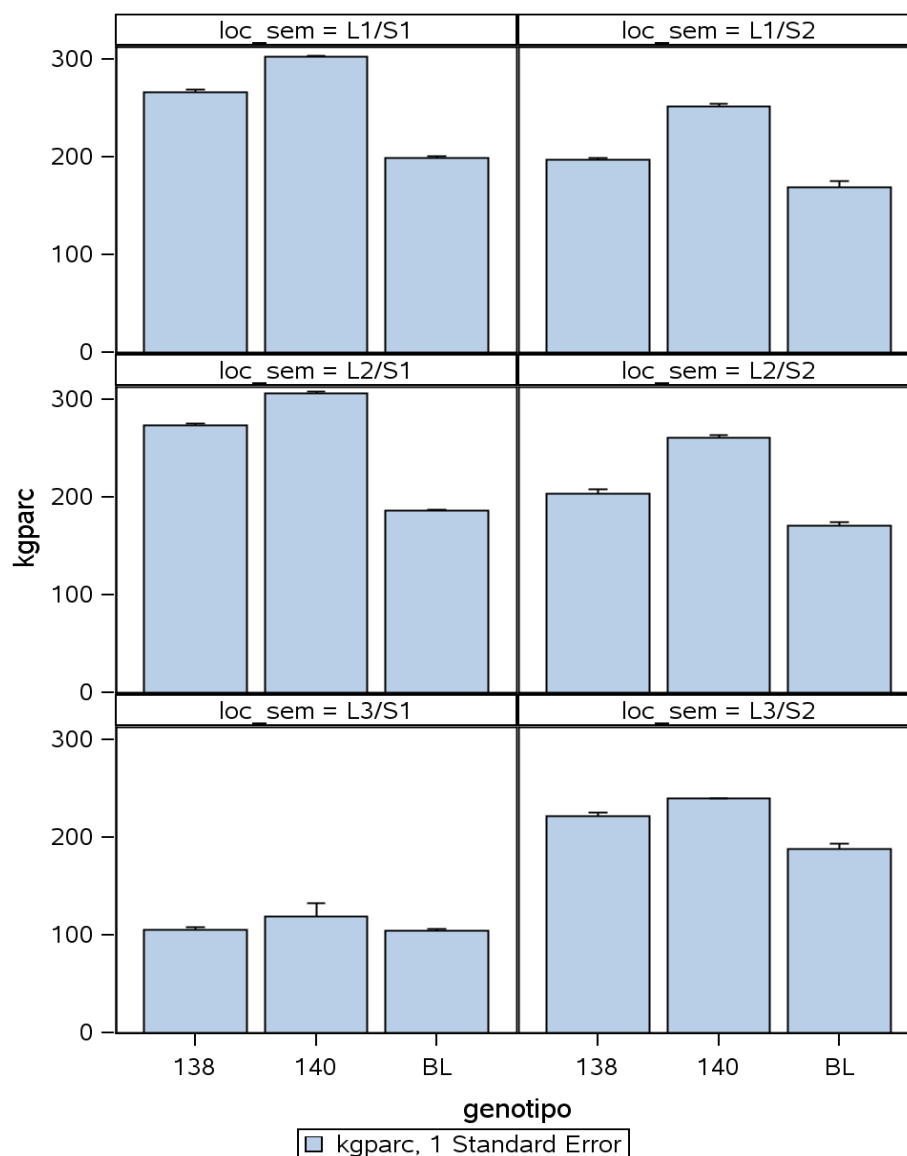
La interacción semestre*localidad mostró los rendimientos más altos para la interacción Semestre 1 en la localidad de Fusagasugá con 255.77 y el

mismo semestre en la localidad de Pasca con un valor de 255.22 kg*parcela. El valor mas bajo se presento en el semestre 1 en la localidad Arbeláez con un rendimiento de 109.67 kg*parcela.

La interaccion semestre*Genotipo muestra un mejor rendimiento del segundo semestre para el Genotipo LE 140 con 250.56 kg*parcela.El rendimiento mas bajo se reporto para el semestre uno con el testigo Blue lake con 163.00 kg*parcela.

La interaccion semestre*localidad*genotipo presento el mejor rendimiento para LE 140 en el semestre 1 en Pasca con 306.33 kg*parcela. El valor mas bajo se reporto para el testigo comercial Blue lake en el semestre 1 y localidad Arbeláez con 104.33 kg*parcela. Se debe anotar que en la localidad de Arbelaez se presentaron mayores rendimientos en el segundo semestre respecto al primero; en las localidades Fusagasugá y Pasca los rendimientos del semestre 1 fueron superiores a los del semestre 2.

Figura 7. Interaccion semestre* localidad *Genotipo para rendimiento de vaina en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.7 Incidencia de mosca blanca

En el cuadro 9 aparecen los resultados de los Anavas combinados realizados y se aprecia que hay diferencias estadísticas a nivel del 1% para localidades y para Genotipos. Las diferentes interacciones mostraron que la incidencia de este insecto depende de las localidades e independientemente del Genotipo.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado y comparación de medias de reacción a plagas y enfermedades de tres Genotipos de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Prueba de Evaluación Agronómica realizada en tres ambientes en la región del Sumapaz 2014.

Fuentes de variación	GL	Mosca blanca Incidencia	Virosis Incidencia	Antracnosis Incidencia	Mildeo polvoso Incidencia
Semestre	1	16.67 ^{NS}	44.46 ^{NS}	896.29 ^{**}	6.00 ^{NS}
Localidad	2	350.29 ^{**}	16.20 ^{NS}	64.67 ^{NS}	200.16 ^{**}
Sem*Loc	2	4.22 ^{NS}	38.04 ^{NS}	200.96 ^{**}	122.05 ^{**}
Rep.*sem*Loc	12	10.06 ^{NS}	4.56 ^{NS}	9.20 ^{NS}	27.74 ^{NS}
Genotipo	2	4463.46 ^{**}	4076.12 ^{**}	3094.38 ^{**}	2330.05 ^{**}
Sem*Gen	4	13.72 ^{NS}	66.16 ^{NS}	342.35 ^{**}	54.05 ^{**}
Loc*Gen	4	24.62 ^{NS}	67.98 ^{NS}	54.13 ^{NS}	25.22 ^{NS}
Sem*Loc*Gen.	4	8.11 ^{NS}	115.057 ^{NS}	162.10 ^{**}	59.27 ^{NS}
Error	22	8.47	9.16	8.70	20.40
C.V (%)		11.83	21.68	17.30	29.67

*, ** = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente. NS= no significante

En el cuadro 11 se presenta las DMS para localidades y se aprecia que para Fusagasugá la incidencia de mosca blanca fue de 29.67% superando a nivel estadístico a Pasca que tuvo un porcentaje de 22.44 y Arbeláez con un valor de 21.67, entre estas localidades no hubo diferencia en la incidencia del insecto. Una de las causas de esta alta incidencia es porque en la granja la Esperanza se siembran cultivos que son hospederos de mosca blanca y de esta manera, es muy fácil que el insecto pase de los hospederos a la habichuela. En Arbeláez y Pasca se utilizaron lotes donde no había cultivos hospederos del insecto.

Cuadro 10. Comparacion de medias para semestres, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

	Comparacion de medias			
SEMESTRES	Mosca blanca Incidencia	Virosis Incidencia	Antracnosis Incidencia	Mildeo polvoso Incidencia
Primero	24.03 a	15.59 a	(2) 13.14 b	14.88 a
Segundo	25.14 a	13.70 a	(1) 21.29 a	15.56 a
Promedio	24.58	14.64	17.21	15.22
DMS	5.60	5.82	5.67	5.92

() Indica el lugar ocupado por el Semestre. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

En el cuadro 12 se muestra la DMS para Genotipos y se aprecia que el testigo Blue lake presento la mayor incidencia de mosca blanca con 42.67; siguen los genotipos LE 140 y LE 138 con porcentajes de 13.83 y 17.27 que difieren a nivel estadístico. Posiblemente la causa es que el cultivar Blue lake lleva mas de 40 años sembrándose en la zona y el insecto se siente mas atraído que por materiales con algunas características diferentes como hojas, flores y vainas.

Cuadro 11. Comparacion de medias para localidades, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

	Comparacion de medias			
LOCALIDADES	Mosca blanca Incidencia	Virosis Incidencia	Antracnosis Incidencia	Mildeo polvoso Incidencia
Fusagasuga	(1)29.67 a	13.93 a	16.67 a	18.50 a
Pasca	(2)22.44 b	15.79 a	19.33 a	15.33 a
Arbelaez	(3)21.67 b	14.22 a	15.67 a	11.83 a
Promedio	24.56	14.64	13.89	15.22
DMS	5.60	7.31	6.97	7.25

() Indica el lugar ocupado por la Localidad. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

Cuadro 12. Comparacion de medias para genotipos, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

GENOTIPOS	Comparacion de medias			
	Mosca blanca Incidencia	Virosis Incidencia	Antracnosis Incidencia	Mildeo polvoso Incidencia
LE 138	(2) 17.27 b	(2) 6.72 b	(2) 11.50 b	(2) 9.38 b
LE 140	(3) 13.83 b	(3) 3.88 b	(3) 7.94 b	(3) 7.94 b
BLUE LAKE	(1) 42.67 a	(1) 33.33 a	(2) 32.22 a	(1) 28.33 a
Promedio	24.59	14.64	17.22	12.55
DMS	6.86	10.08	6.93	1.57

() Indica el lugar ocupado por el Genotipo. Medias con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales con P 0.05 (Tukey). DMS= Diferencia Mínima Significativa. Promedio de tres localidades.

3.8 Incidencia de virosis

En el cuadro 9 aparecen los resultados de los Anavas combinados realizados y se aprecia que has diferencias estadísticas a nivel del 1% para Genotipos. Las épocas de siembra, las localidades y las diferentes interacciones no mostraron diferencias estadísticas y parece ser que la tolerancia a los diferentes virus esta relacionada con los genotipos, independientemente de los semestres, localidades y sus interacciones.

En el cuadro 12 se muestra las DMS para Genotipos y se determino que Blue lake presenta una incidencia de 33.33 que supera estadísticamente a LE 140 y LE 138 con porcentajes de 6.72 y 3.88. Los genotipos evaluados son materiales mejorados modernamente y tienen entre sus progenitores algunos que presentan tolerancia a virosis y de ahí los resultados obtenidos.

Figura 8. Interacción localidad *Genotipo para incidencia de mosca blanca en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.

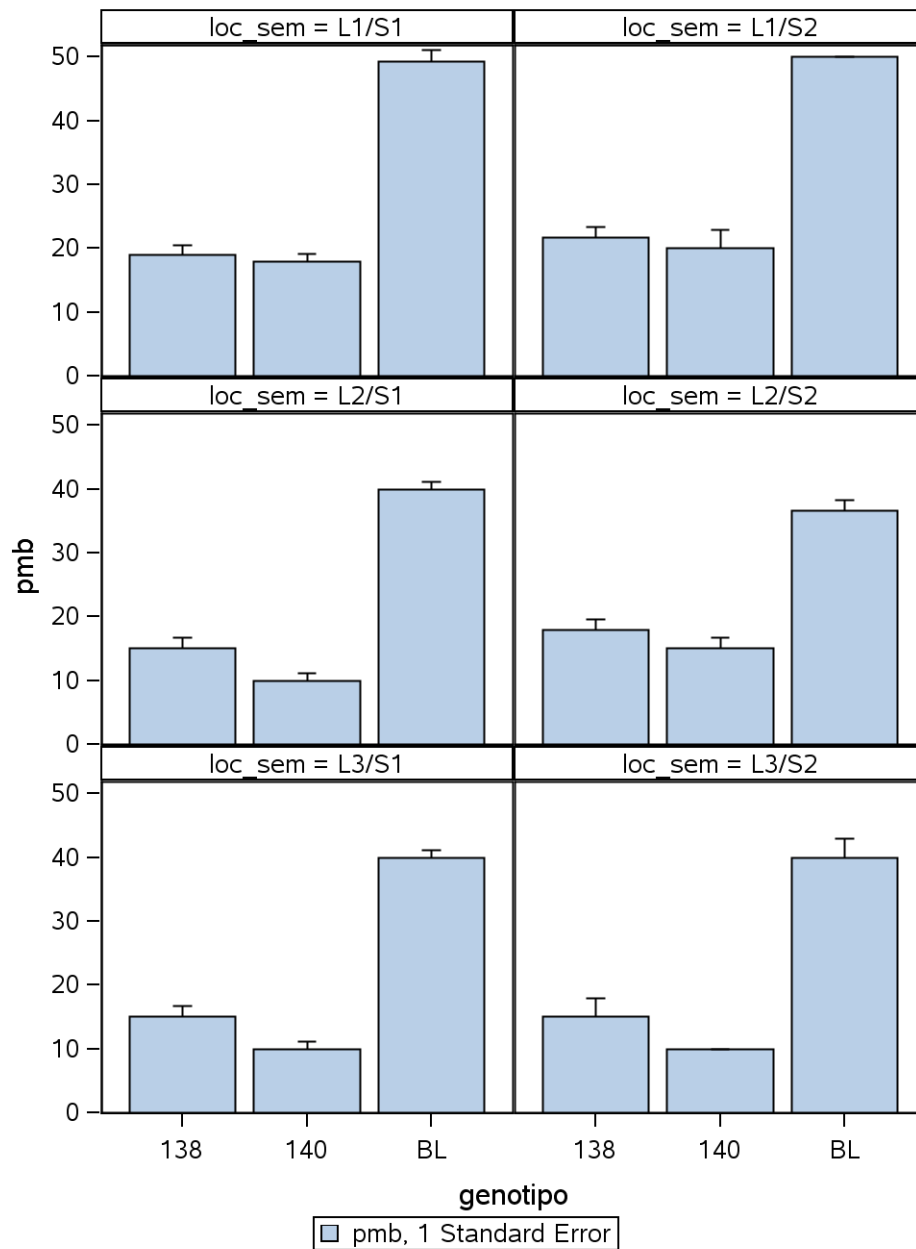
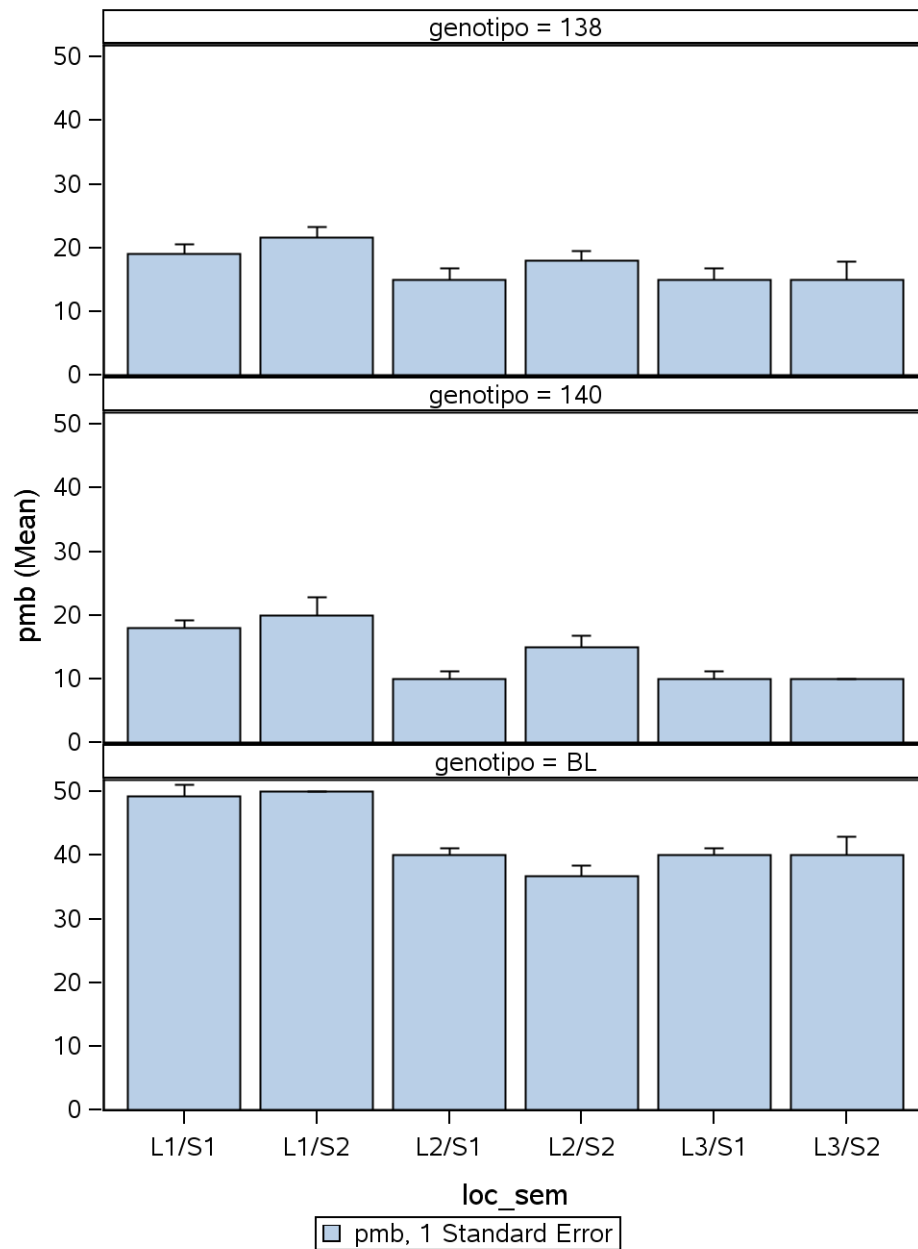


Figura 9. Interacción semestre* localidad *Genotipo para incidencia de mosca blanca en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.9 Incidencia de Antracnosis

En el cuadro 9 aparecen los resultados de los Anavas combinados realizados y se aprecia que las diferencias estadísticas a nivel del 1% para semestres, Localidades, Semestre*localidad, Genotipos, semestre*genotipo y la interacción triple Semestre*Localidad*Genotipo; probablemente muchos factores propios de un semestre de siembra, así como las condiciones propias de cada localidad como suelo, condiciones agroclimáticas afectan las medias de incidencia de antracnosis que se presentaron en los diferentes genotipos.

En el cuadro 10 se pueden observar las DMS para semestres de siembra y aparecen los valores 21.29% para el segundo semestre y 13.14% para el primer semestre. Parece ser que las condiciones ambientales del segundo semestre favorecieron más la incidencia de la enfermedad, que en el primer semestre y se determina por la diferencia estadística.

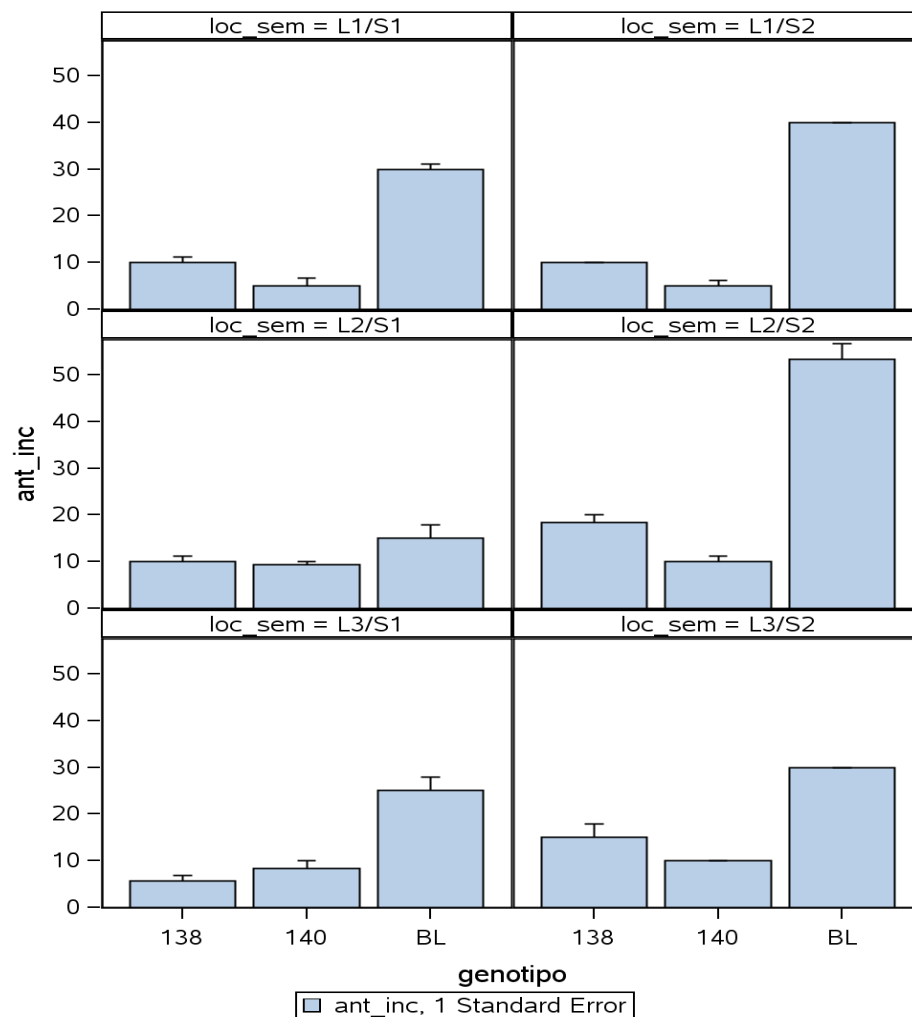
En el cuadro 11 se presentan los valores para localidades y se aprecia que no difieren en la incidencia de la enfermedad, es decir en todas las localidades los valores fueron similares a nivel estadístico. La localidad aparentemente no influye en la incidencia de la enfermedad.

Las DMS para genotipos aparece en el cuadro 12 y el valor más alto de incidencia correspondió a Blue lake con un porcentaje de 32.22, siguen en orden LE 138 con valor de 11.50 y LE 140 con 7.94 cuyos valores son similares a nivel estadístico. De acuerdo a la información de muchos autores Blue lake es bastante susceptible a antracnosis, mientras que los genotipos LE 138 y LE 140 están reportados como tolerantes a la enfermedad en diferentes localidades de la región del Sumapaz. Sarmiento y Portela (2010), Pombo y Torres (2011), Antolínez y Cárdenas (2012), Valencia y Romero (2013), Jiménez y Moreno (2014) señalaron

que los Genotipos LE 138 y LE 140 presentaron tolerancia a la enfermedad.

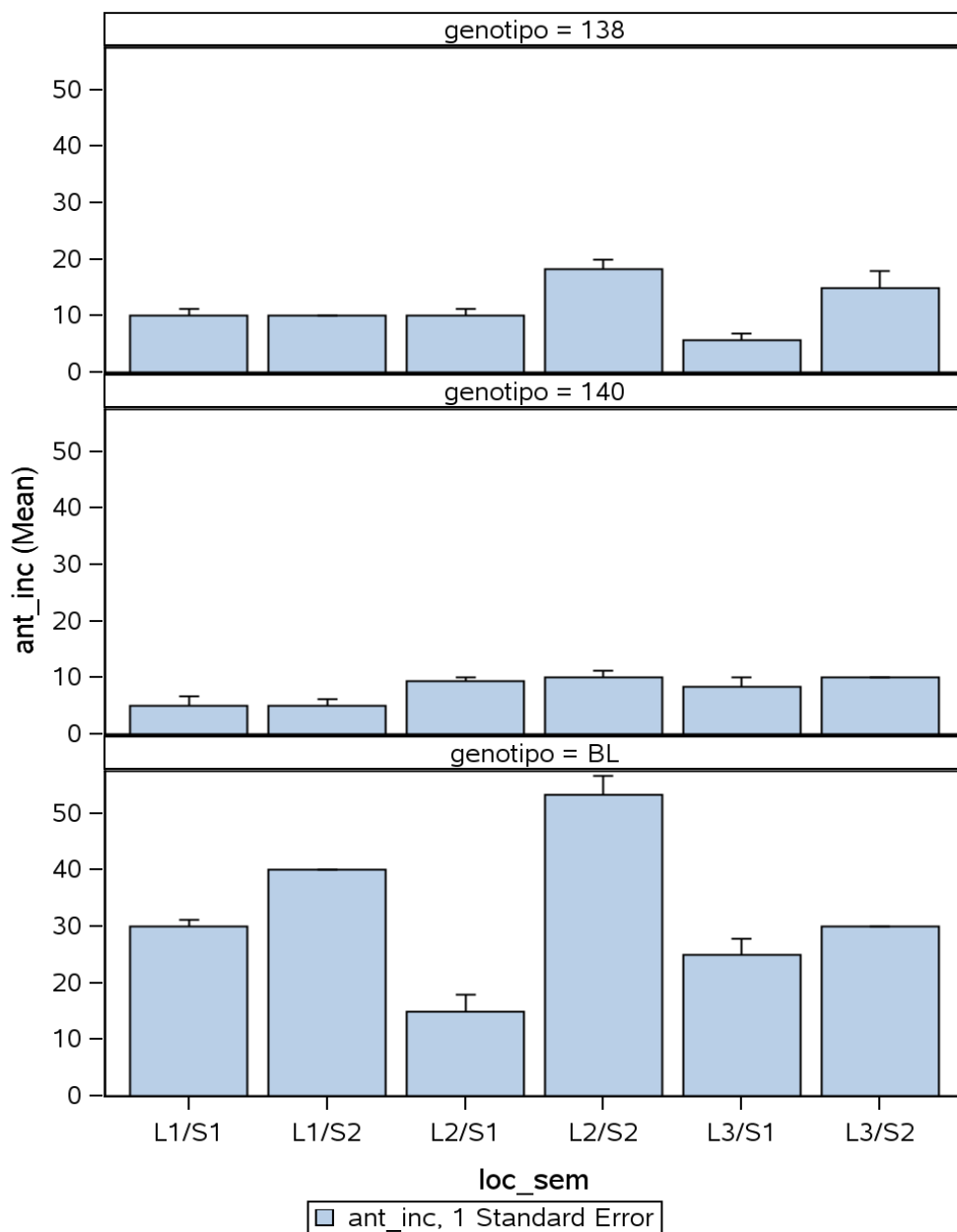
En la interacción semestre*localidad se observa el valor mas alto con 27.22 % para el semestre 2 en la localidad de Pasca. El valor mas bajo con 11.44% para el semestre 1 en Pasca. Esto demuestra que posiblemente las condiciones climáticas de esa localidad fueron mas favorables para el desarrollo del patógeno en el segundo semestre.

Figura 10. Interacción semestre* localidad para incidencia de antracnosis en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



En la interacción semestre*genotipo el valor mas alto correspondio al testigo Blue lake con 53.33% en el semestre 2 en Pasca.El valor mas bajo fue 5.00% para LE 140 en el primer semestre de Fusagasugá.

Figura 11. Interacción semestre* localidad*genotipo para incidencia de antracnosis en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.10 Incidencia de Mildeo

En el cuadro 9 aparecen los resultados de los Anavas combinados realizados y se aprecia que existen diferencias estadísticas a nivel del 1% para Genotipos. Parece que la incidencia de mildeo es muy propio del genotipo y la tolerancia que posee cada uno a la enfermedad.

En el cuadro 10 se muestran los resultados de las localidades y se observa que no hay diferencias estadísticas siendo Fusagasugá la que presento mayor porcentaje con 18.50, seguido por Pasca con 15.33 y finalmente Arbeláez con 11.83.

Las DMS para genotipos se presenta en el cuadro 12 y el valor mas alto de incidencia correspondio a Blue lake con un porcentaje de 28.33 Siguen en orden LE 138 con valor de 9.38 y LE 140 con 7.94 cuyos valores son similares a nivel estadístico. De acuerdo a la información de muchos autores Blue lake es bastante susceptible a mildeo, mientras que los genotipos LE 138 y LE 140 estan reportados como tolerantes a la enfermedad (Celis y Fonseca,2013).

En la figura 8 se observa el comportamiento de los genotipos en las diferentes localidades y semestres de siembra. El cultivar Blue lake es que presenta mayores porcentajes de infección por mildeo en cualquier semestre y localidad. Los Genotipos LE 140 y LE 138 muestran en todas las localidades y semestres porcentajes bajos, pero no consistentes porque en un semestre son mas altos en una localidad y en el otro mas bajos. En la localidad de Arbeláez se presentaron los porcentajes mas bajos de infestación de mildeo y mas marcado en el segundo semestre, indicando que el patógeno se desarrolla mejor en siembras con buena humedad relativa y precipitación.

Figura 12. Interacción semestre* localidad para incidencia de mildeo en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.

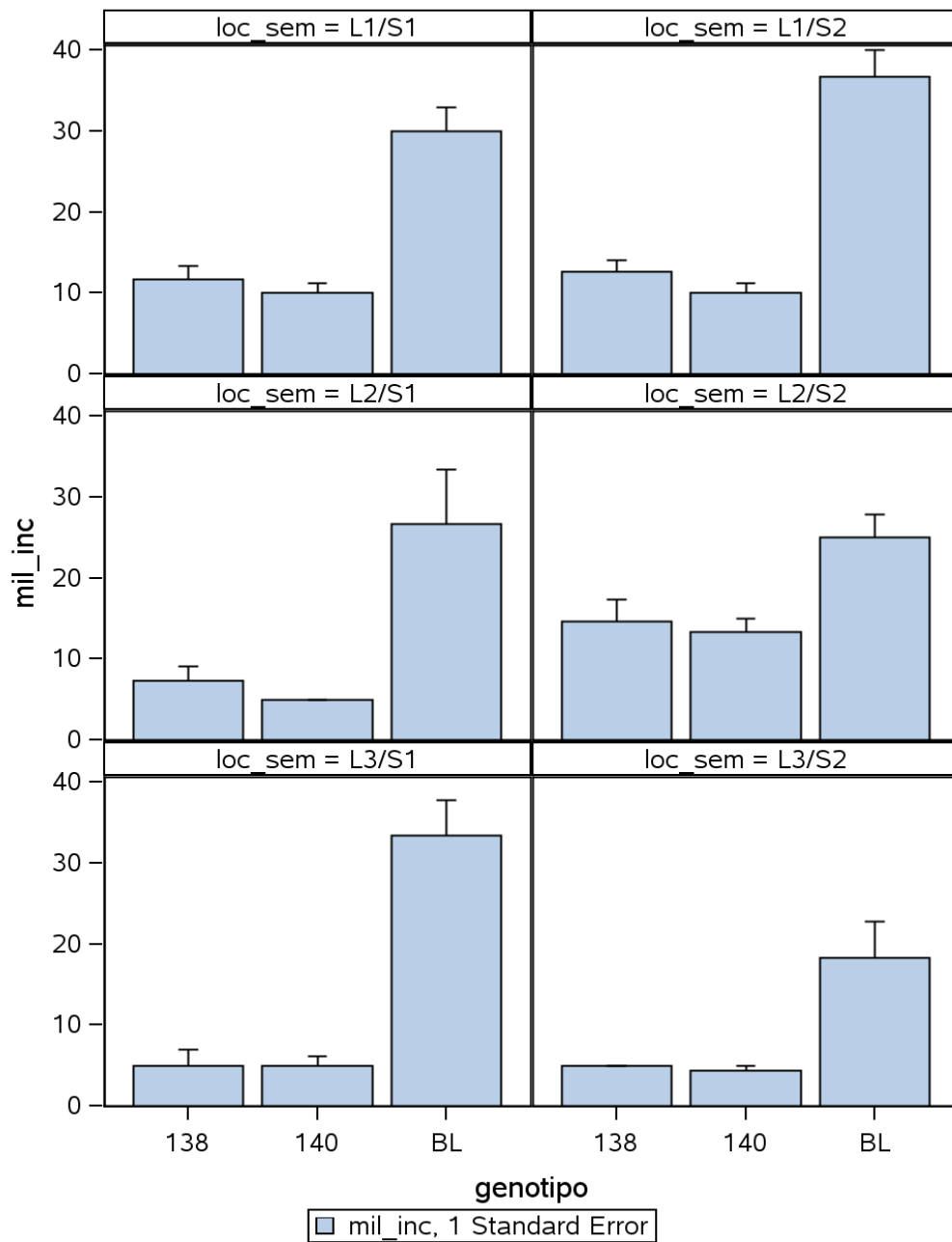
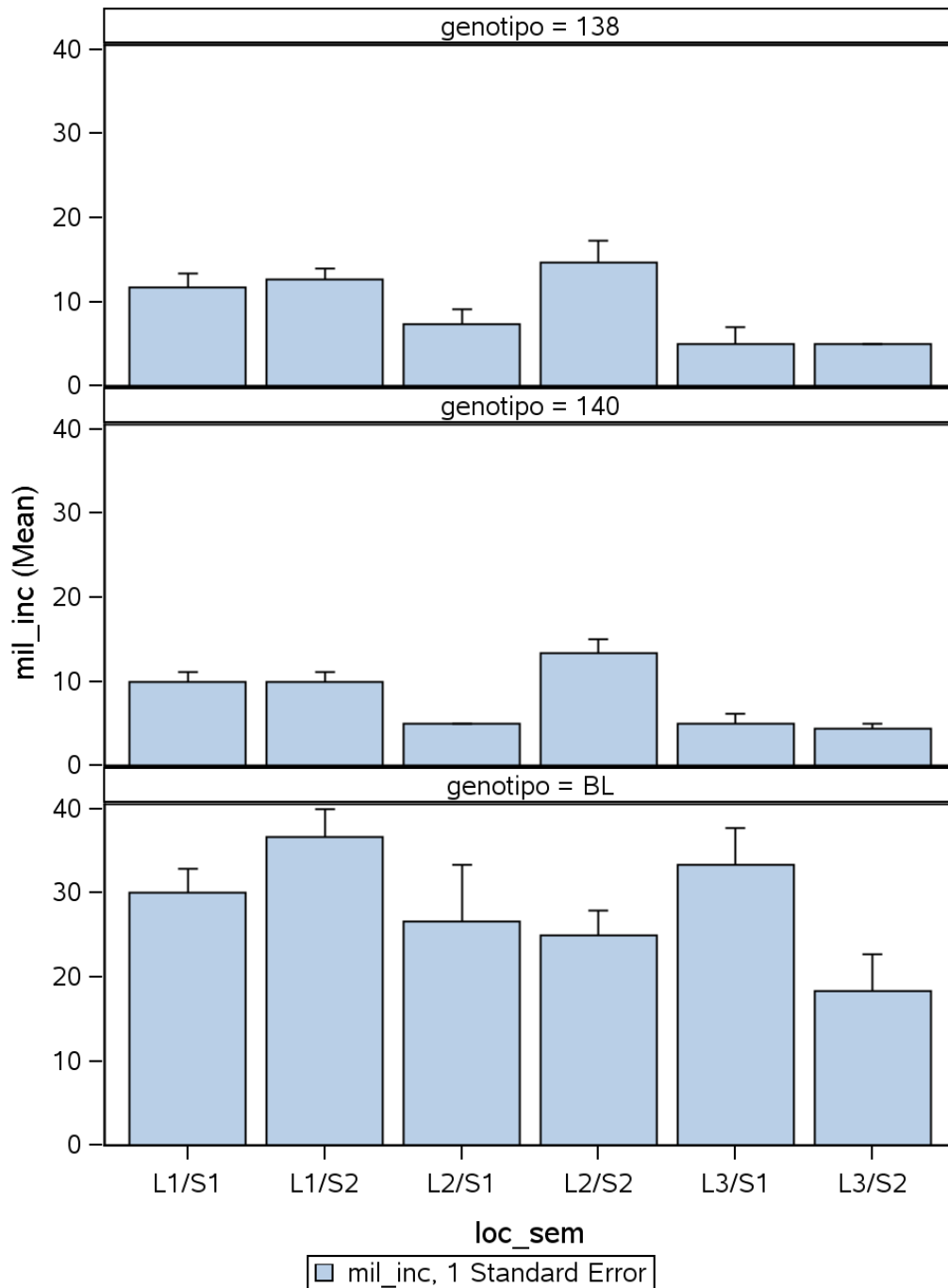


Figura 13. Interacción semestre* localidad para incidencia de mildeo en tres genotipos de habichuela, región del Sumapaz 2014.



3.11 Características de calidad

3.11.1 Numero de semillas por planta

Esta característica no mostro diferencias a nivel estadístico y parece no es afectada por semestre, localidad ni sus interacciones. Todos los genotipos mostraron valores similares con un valor mas alto para Blue lake con 9.5 semillas, sigue LE 140 con 9.1 semillas y finalmente LE 138 con 8.5 semillas. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparacion de medias para características de calidad de vaina, en las P.E.AS para dos genotipos de habichuela y un testigo comercial, región del Sumapaz 2014.

Material	No semillas* vaina	Longitud de vaina	Fibra	Curvatura vaina	Sección transversal	Calidad
LE 138	8.5 a	17.70 b	1.2	Semirecta	Elíptica	Buena
LE 140	9.1 a	17.91 b	1.0	Semirecta	Elíptica	Buena
BLUE LAKE	9.5 a	20.88 a	1.0	Semirecta	Elíptica	Excelente

3.11.2 Longitud de vaina

Según el análisis de varianza (Cuadro 5) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre localidades y Genotipos indicando que existe variación significativa entre las localidades donde se realizó la evaluación, que afectó el valor medio de los genotipos, mientras que la significancia para genotipos indica la presencia de diferencias genéticas entre los materiales evaluados.

En el cuadro 13 se puede estimar la DMS entre los Genotipos y se puede apreciar que el testigo Blue lake, presenta el valor mas alto con un valor de 20.88 cm, sigue LE 140 con 17.91 cm y finalmente LE 138 con 17.70 cm. Una de las características sobresalientes en Blue lake es la longitud de vaina.

3.11.3 Presencia de Fibra

En el cuadro 13 se observan las evaluaciones realizadas en promedio donde aparecen Blue lake y LE 140 con valor de 1 que indica, que estos materiales no presentaron fibra en las pruebas de evaluación. LE 138 presento un valor de 1.2 que indica que este material presenta algo de fibra, pero no la descarta del mercado por calidad.

3.11.4 Curvatura de vaina

Todos los Genotipos mostraron vaina semirecta lo que indica que son materiales que muestran buena calidad.

3.11.5 Seccion transversal

Todos los genotipos mostraron una sección transversal elíptica, que según CIAT, son vainas de buena calidad.

Figura 14. Aspectos de calidad de vaina de la PEA, Sumapaz 2014.



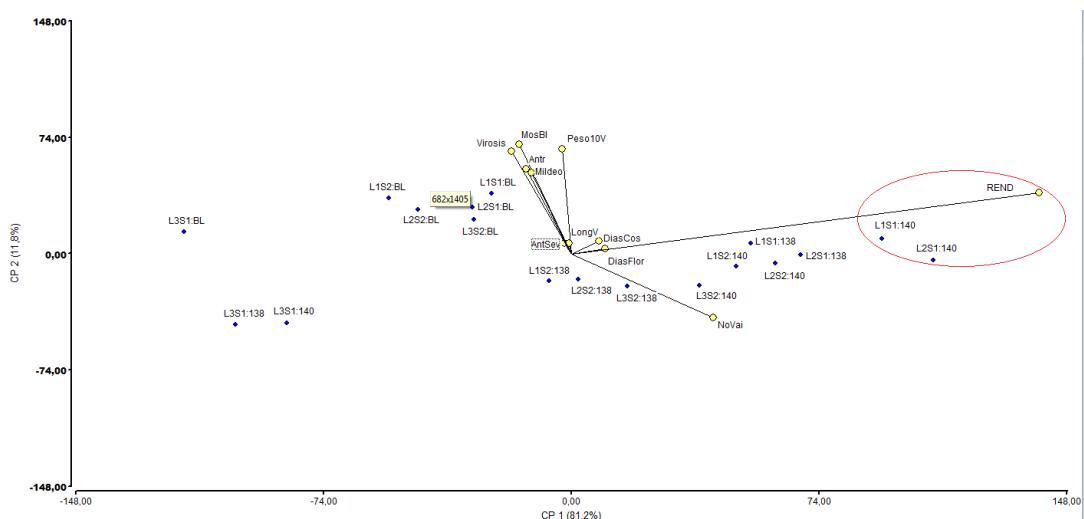
3.12 Analisis para la interaccion Genotipo*ambiente

Para evaluar el rendimiento de la producción de los tres diferentes genotipos de habichuelas (BL, 138, 140) sembradas en seis ambientes

diferentes (L1S1, L1S2, L2S1, L2S2, L3S1, L3S2) correspondientes a la combinación de tres localidades (L1, L2, L3) y dos épocas/semestres (S1, S2) se aplicó un análisis de componentes principales, un modelo ANOVA y un modelo AMMI, cuyos resultados se discuten a continuación.

3.12.1 Resultados del Análisis de Componentes Principales

Figura 15. componentes principales para todas las variables de análisis.

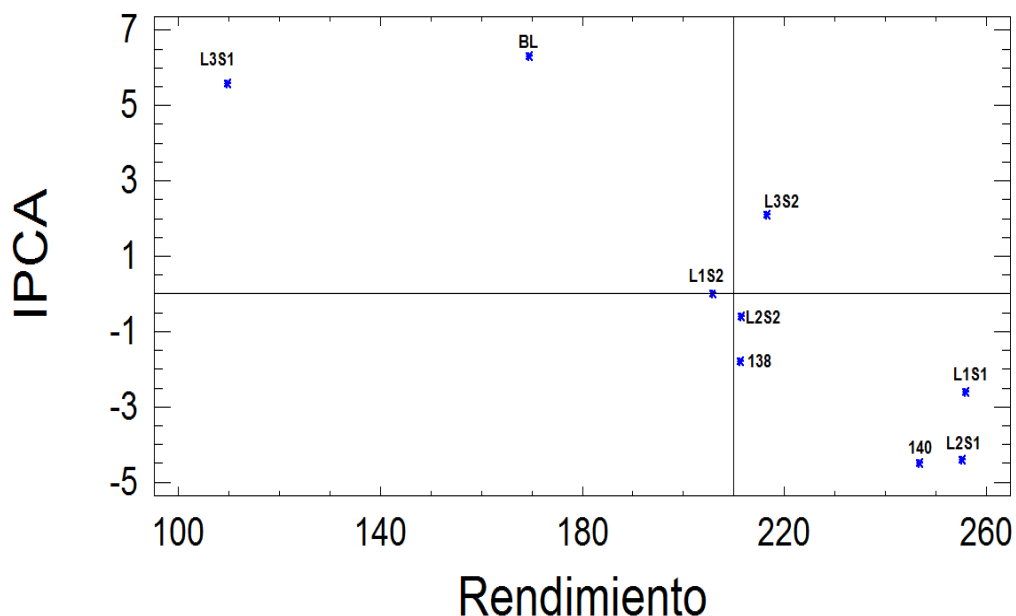


Basado en la figura 15, el análisis de componentes principales para las variables de caracterización de la producción como días de cosecha, días de floración, longitud de la vaina, peso de 10 vainas, número de vainas y rendimiento, junto con las variables indicadores de enfermedades tales como mosca blanca, virosis, mildew, antracnosis severidad, indica que todas las variables se pueden reducir a dos componentes principales capaces de explicar el 93% de la variabilidad de toda la información obtenida en el experimento, siendo que la primera componente principal explica el 81,2% de toda la información y la segunda componente solo explica el 11,8%.

Es evidente que la variable rendimiento es la que define la primera componente principal y se encuentra ligeramente asociada con los días de floración y días de cosecha, pero está muy fuertemente asociada con el genotipo 140 sembrados en los ambientes L1S1 y L2S1. La segunda componente la determinan claramente las enfermedades o plagas. Se debe resaltar que las habichuelas del genotipo Blue Lake aparecen cercanas a las enfermedades, indicando su susceptibilidad a las enfermedades o plagas, mientras que los genotipos 138 y 140 por encontrarse lejos de la componente dos indica una menor susceptibilidad a las enfermedades analizadas.

3.12.2. Resultados del modelo AMMI

Figura16. Biplot de medias del rendimiento y la primera componente principal. PEAS habichuela, Sumapaz 2014.



En la figura 16 se observa el biplot del resultado bajo el modelo **AMMI**. Los valores en la abscisa muestran el efecto del genotipo y el ambiente sobre el rendimiento, mientras que los valores en la ordenada permiten

ver los scores de la primera componente principal del Análisis de Componentes Principales (PCA).

Cuando un genotipo y/o un ambiente tienen el mismo signo y valor en el eje del IPCA significa que las variables interactúan de forma multiplicativa; si el signo es diferente (+, -) no existe interacción entre las variables. Si las variables genotipo o ambiente se encuentran cercanas a cero en los scores del IPCA significa que la interacción es muy baja entre las variables.

De acuerdo con el biplot del modelo AMMI sobre el rendimiento de los 3 genotipos de habichuela (BL, 138, 140), sembrados en 3 localidades L1, L2, L3 y dos épocas S1 y S2, se muestra que el genotipo 140 interactúa con el ambiente L2S1 (localidad 2, semestre 1) y tienen un efecto positivo sobre el rendimiento de habichuela; la interacción se puede observar porque el genotipo 140 y el ambiente L2S1 tienen el mismo score IPCA = -4.5 y ambos con el mismo signo, además tienen un efecto sobre el rendimiento entre 245-260 kg*parcela.

También se observa una interacción multiplicativa (del mismo signo IPCA ≈ -2) entre el genotipo 138 y el ambiente L1S1 (localidad 1, semestre 1) que juntos tienen un efecto positivo sobre el rendimiento, en cuyo caso sería entre 210-250 kg*parcela.

Se puede observar cierta interacción multiplicativa entre el ambiente L3S1 (localidad 3, semestre 1) con el genotipo BL pero su efecto sobre el rendimiento está por debajo de 170 kg*parcela.

Los ambientes L1S2 y L2S2 están muy cercanos a cero en el eje del IPCA indicando la no existencia de interacción con ningún genotipo, por lo tanto no muestran efecto significativo sobre el rendimiento.

Por lo tanto el genotipo 140 tiene una interacción con el ambiente L2S1 y un poco menor con L1S1 pero ambas combinaciones 140-L2S1 y 140-L1S1 tienen el mayor efecto sobre el rendimiento.

El modelo ANOVA confirmatorio en presencia de la primera componente principal o el modelo del análisis AMMI aparece en el cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados del modelo AMMI para el rendimiento de habichuela. PEAS habichuela, Sumapaz 2014.

source	Sum of squares	Df	Mean Square	F- ratio	P-valu
MAIN EFECTS					
GEN	53635.4	2	26817.7	478.26	<0.001
ENV	128372.0	5	25674.3	457.86	<0.001
GEN*ENV	13793.0	10	1379.3	24.60	<0.001
IPCA1	11829.3	6	1971.6	35.14	<0.001
RESIDUAL	1963.7	4	490.9	8.7	<0.05
ERROR	2018.7	36	56.0741		
TOTAL (CORRECTED)			197819.0	53	

4. CONCLUSIONES

La característica días a floración señaló que los Genotipos LE 138 y LE 140 son más tardíos que el Testigo Blue lake, esta característica está influenciada por el semestre de siembra y por la localidad, pues los factores ambientales y las características de la zona influyen en las etapas fenológicas de los genotipos. Muy correlacionada con días a floración está días a cosecha pues también está influenciada por factores ambientales. Blue lake mostró un menor ciclo del cultivo hasta la cosecha similar con LE 140 y menor que LE 138, que difiere del testigo. Las diferencias en días a floración y días a cosecha son 2 días, que no afectan ninguna estrategia de recolección y de mercado.

El número de vainas por planta y rendimiento de vaina están muy correlacionados y en las pruebas, que incluían dos épocas de siembra en tres localidades, LE 140 y LE 138 superaron ampliamente al testigo Blue lake con valores de $21.556 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $18.583 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ contra $15.148 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Al realizar la comparación se determinó que LE 140 supera al testigo 79.63% y LE 138 en 22.67%.

Las características peso de 10 vainas y longitud de vaina señalaron que el testigo Blue lake supera a los Genotipos en evaluación, estos resultados explican la razón por la cual el cultivar se sigue sembrando, pero estos componentes de rendimiento no tuvieron mucho peso puesto que el testigo mostró el rendimiento de vaina verde más bajo.

La reacción a plagas y enfermedades en las tres localidades confirmaron que los nuevos genotipos son más tolerantes a los diferentes patógenos respecto al testigo comercial en las zonas del estudio. En la localidad de Guchipas (Pasca) por su oferta ambiental se presenta mayor incidencia de antracnosis y mildew polvoso, mientras que en Guavio bajo hay mayor preponderancia de insectos plagas. La localidad de Arenal (Arbelaez)

presento baja humedad durante la fase del cultivo y por dicha razón no se reportaron ataques altos de patógenos.

La calidad de los nuevos genotipos se considera como buena teniendo en cuenta número de semilla*vaina, longitud de vaina, contenido de fibra, curvatura de vaina y sección transversal. El testigo comercial es considerado como calidad de vaina excelente.

El análisis de componentes principales para las variables de caracterización de la producción junto con las variables indicadores de enfermedades tales como mosca blanca, virosis, mildew, antracnosis y severa indica que todas las variables se pueden reducir a dos componentes principales capaces de explicar el 93,7% de la variabilidad de toda la información obtenida en el experimento, siendo que la primera componente principal explica el 81,2% de toda la información y la segunda componente solo explica el 11,8%.

La variable rendimiento es la variable que define la primera componente principal y se encuentra ligeramente asociada con los días de floración y días de cosecha, pero está muy fuertemente asociada con el genotipo 140 sembrados en los ambientes L1S1 y L2S1. La segunda componente la determinan claramente las enfermedades o plagas.

El genotipo Blue Lake aparece cercano a las enfermedades, indicando su susceptibilidad a las enfermedades o plagas, mientras que los genotipos 138 y 140 por encontrarse lejos de la componente dos indica una menor susceptibilidad a las enfermedades analizadas.

De acuerdo con el biplot del modelo AMMI sobre el rendimiento de los 3 genotipos de habichuela (BL, 138, 140), sembrados en 3 localidades L1, L2, L3 y dos épocas S1 y S2, se muestra que el genotipo 140 interacciona con el ambiente L2S1 (localidad 2, semestre 1) y tienen un efecto positivo sobre el rendimiento de habichuela. Este resultado está de acuerdo a los reportado por Celis y Fonseca (2014) que utilizando un analizador para

fotosíntesis hallaron que el genotipo LE 140 se adaptaba muy bien a condiciones de baja luminosidad como es este reporte en la localidad de Pasca.

También se observa una interacción multiplicativa (del mismo signo $IPCA \approx -2$) entre el genotipo 138 y el ambiente L1S1 (localidad 1, semestre 1) que juntos tienen un efecto positivo sobre el rendimiento. Algo similar reportaron Celis y Fonseca (2014), que encontraron que LE 138 se comportaba mejor en zonas con alta luminosidad como corresponde a L1 Fusagasugá.

LITERATURA CITADA

- Antolínez, L. y P. Cárdenas. 2012. Evaluación y caracterización de cinco variedades de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo voluble en la granja la Esperanza. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica Universidad de Cundinamarca. Fusagasuga.
- Barragán, D.G. 2014. Evaluación de cuatro genotipos de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), tipo voluble en la vereda Guchipas en el municipio de Pasca (Cundinamarca). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica Universidad de Cundinamarca. Fusagasuga.
- Bernardo, R. 2002. Breeding for quantitative traits in plants. Stemma Press, Woodbury, MN.
- Buitrago, A.L. 2013. Evaluación de cinco genotipos de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) tipo voluble en el municipio de Arbelaez, Cundinamarca. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca, Fusagasuga.
- Checa, E., Yama, V. y Fuel, S.M. 2011. Evaluación por componentes de rendimiento de nueve genotipos y un testigo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista de Ciencias Agrícolas, Volumen XXVIII No. 1 Pags. 73 - 90
- Celis, A. y L. R. Fonseca. 2014. Actividad fotosintética en tres cultivares de Habichuela tipo voluble (*Phaseolus vulgaris*) en la región del Sumapaz (Colombia). Ponencia XV Congreso Latinoamericano de Fisiología vegetal. Mar del Plata (Argentina).

- Celis, A. y Fonseca, L. 2013. Obtención de una variedad de Habichuela tipo voluble (*Phaseolus vulgaris*) para la región del Sumapaz (Colombia). I Simposio de Producción de semilla en Rosario (Argentina).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor- Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56p.
- Crossa, J.; Gauch, H.G.; Zobel, R.W. 1990. Additive main effects and multiplicative analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science* 30: 493–500.
- Departamento Nacional de Estadística DANE. 2011. Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria. ENA. Dirección de Metodología y Producción Estadística DIMPE.
- García, L. Y J. Manrique. 2013. Evaluación de cinco variedades de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo voluble en la vereda Tiscinse del municipio de Arbelaez. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica Universidad de Cundinamarca. Fusagasuga.
- Jiménez, H.M. y G.A. Moreno. 2014. Evaluación y caracterización de tres nuevos materiales de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) frente a dos variedades comerciales de tipo voluble en el municipio de San Bernardo (Cundinamarca). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica Universidad de Cundinamarca. Fusagasuga.
- López, J. E. & Ligarreto, G. A.. 2006. Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia. *Agronomía*

Colombiana, 24(2), 238-246. Retrieved October 31, 2015, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652006000200005&lng=en&tlng=es.

Pombo, M. y J.F. Torres.2008.Evaluacion de doce genotipos de habichuela (*Phaseolusvulgaris* L.) Tipo voluble en la vereda Santa Rosa municipio de Arbelaez.Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca, Fusagasuga.

Rosales, R., P. Ramírez, J.A. Acosta. Castillo y J.D. Kelly. 2000. GrainYield and drought tolerance of common bean under field conditions *Agrociencia* 34(2), 153-165.

Sarmiento, B. y J.E. Portela.2006.Evaluacion de doce genotipos de habichuela (*Phaseolusvulgaris* L.) Tipo voluble en la vereda la Isla municipio de Fusagasuga.Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca.

Triana, V. y W. G. Benavides.2011.Evaluación de características agronómicas y de calidad de vaina en cuatro genotipos de habichuela (*Phaseolusvulgaris* L.)tipo voluble en la vereda Guchipas (Pasca-Cundinamarca).Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca.

Swanson, B.E. y Claar, J.B. 1987. Historia y evaluación de la extensión agrícola. In: La extensión agrícola. Manual de consulta (B.E. Swanson, compilador). FAO. Roma, p 1-22

Valencia, J.A. y W. Romero.2013.Evaluación de características agronómicas y de calidad de vaina en 6 genotipos de habichuela (*Phaseolusvulgaris* L.)tipo voluble en Guavio bajo

(Cundinamarca).Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca.

Velásquez, J. & Prada, P.1992. Adopción de Tecnología de Manejo Integrado de Plagas (MIP), en Habichuela en la Provincia de Sumapaz (Col). Linking small farmers with growth markets to build sustainable livelihoods in rural areas. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Annual report 1997.

Zobel ,R.1990. A powerful statistical model for understanding genotype–by–environment interaction. In: Genotype–by–Environment Interaction and Plant Breeding. M S Kang (ed).LouisianaStateUniversity. pp:126–140.

ANEXOS

Fotos PEAS Granja la Esperanza- Vereda Guavio Bajo, Fusagasugá
primer y segundo ciclo





**Fotos PEAS Vereda Guchipas- Finca Santa Sofia, Municipio de Pasca
primer y segundo ciclo**





Fotos PEAS Vereda el Arenal Municipio de Arbeláez primer y segundo ciclo

