

**INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA
ARBUSTIVA *Pisum sativum* L. PARA CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

MARTIN ALONSO MUÑOZ RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÁREA DE ÉNFASIS PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
SAN JUAN DE PASTO
2012**

**INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA
ARBUSTIVA *Pisum sativum* L. PARA CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

MARTIN ALONSO MUÑOZ RODRÍGUEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción de Cultivos**

**Director de Tesis:
OSCAR EDUARDO CHECA CORAL M.Sc, Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÁREA DE ÉNFASIS PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
SAN JUAN DE PASTO
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

TULIO CESAR LAGOS I.A. M.Sc. Ph.D.
Jurado

ANTONIO BOLAÑOS ALOMÍA M.Sc,
Jurado

CARLOS BETANCOURTH GARCÍA M.Sc,
Jurado

OSCAR EDUARDO CHECA CORAL M.Sc, Ph.D
Presidente

San Juan de Pasto, Noviembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

Oscar Eduardo Checa Coral M.Sc, Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FEDEASUR

Tulio Cesar Lagos I.A. M.Sc. Ph.D.

Antonio Bolaños Alomía M.Sc,

Carlos Betancourth García M.Sc,

Alba Solarte. Secretaria Centro de Investigaciones

Vicente Arteaga. Técnico Agropecuario

Luzmila Ruano Gaviria. Representante Legal Fundesuma

FUNDESUMA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

CORPOICA

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

Dedicado a:

A la Memoria de mis Padres Alirio y Carmen.

A mis Hermanos: Mercedes, Erlinda, Héctor.

A mis Cuñados.

A mis Sobrinos (as).

A mis Amistades.

Demás Familiares.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. TITULO	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 ORIGEN.....	22
2.2 ASPECTOS GENERALES	23
2.2.1. Aspectos económicos	23
2.2.1.1. Área sembrada, Producción y rendimiento en Colombia.	23
2.2.1.2. Área sembrada, Producción y rendimiento en Nariño.....	23
2.2.1.3. Importaciones	23
2.2.1.4. Exportaciones	24
2.2.2. Aspectos productivos de la arveja arbustiva	24
2.2.3. Antecedentes de la producción de arveja en el sur de Nariño	25
2.2.3.1. Mejoramiento genético de arveja en Nariño	26
2.3. INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE.....	27
2.4. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL TEMA	30
2.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE PERRIN (APP)	31
2.5.1. Costo de los insumos.....	31
2.5.2. Costo del capital.	31
2.5.3. Costos fijos (CF).	31
2.5.4. Costos variables (CV).	31
2.5.5. Cambio del ingreso neto.	32
2.5.6. Tasa de retorno TR.....	32
2.5.7. Reglas para el análisis de presupuesto parcial:.....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 DIAS A FLORACIÓN (DF)	42
4.2 DÍAS A COSECHA EN VERDE (DCV)	45
4.3 DÍAS A COSECHA EN SECO (DCS)	47

4.4	ALTURA DE PLANTAS (AP)	49
4.5	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTAS (NVP).....	56
4.6	PESO DE VAINA VERDE (PVV).....	59
4.7	LONGITUD DE VAINA VERDE (LVV)	62
4.8	NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGV).....	65
4.9	PESO DE 100 GRANOS VERDES (P100GV).....	68
4.10	RENDIMIENTO VAINA VERDE (RtoVV)	71
4.11	PESO DE LA SEMILLA (P100GS).....	74
4.12	RENDIMIENTO EN GRANO SECO (RtoGS)	77
4.13	ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD FENOTÍPICA (EBERHART Y RUSSELL)	81
4.13.1.	Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para la variable rendimiento en vaina verde (RtoVV).....	81
4.13.2.	Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para la variable rendimiento en grano seco (RtoGS).....	84
4.14	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD AMMI PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE Y GRANO SECO.....	86
4.14.1	Análisis de estabilidad AMMI para rendimiento en vaina verde.....	86
4.14.2	Análisis de estabilidad AMMI para rendimiento en grano seco.....	88
4.15	REACCIÓN A ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR MILDEO POLVOSO (Erysiphe polygoni) Y ASCOCHYTA (Ascochyta pisi).....	91
4.15.1	Reacción a Mildew polvoso causado por Erysiphe polygoni.	91
4.15.2.	Reacción a la mancha de Ascochyta (Ascochyta pisi).....	93
4.16	EVALUACIÓN PARTICIPATIVA CON PRODUCTORES	94
4.17	ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL PARA SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA ARBUSTIVA VS ARVEJA VOLUBLE.	97
4.17.1	Cantidad de semilla.	98
4.17.2.	Precio de la semilla.....	98
4.17.3.	Costo de los insumos.....	98
4.17.4.	Costo del capital.	98
4.17.5.	Costos variables	98
4.17.6.	Rendimiento.....	98

4.17.7. Precio de la arveja cosechada.....	98
4.17.8. Análisis de Dominancia.....	98
4.17.9. Tasa de Retorno Marginal (TRM).	100
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1 CONCLUSIONES	101
5.2 RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	113

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparativo de área sembrada, rendimiento y producción años 2000 a 2010.....	23
Tabla 2. Ubicación geográfica (Latitud, longitud y altitud) de las parcelas en las localidades.....	34
Tabla 3. Análisis físico químico del suelo de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre A de 2009.....	35
Tabla 4. Análisis físico químico del suelo de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B de 2009.....	35
Tabla 5. Valores de precipitación mensual registrados por IDEAM periodo A y B 2009.....	36
Tabla 6. Clasificación de los ambientes para semestres A y B de 2009.....	37
Tabla 7. Días a floración para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.....	43
Tabla 8. Días a cosecha en verde para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.....	46
Tabla 9. Días a cosecha en seco para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.....	49
Tabla 10. Cuadrados medios para nueve variables estudiadas en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.....	51
Tabla 11. Comparación de promedios para altura de plantas en 20 líneas de arveja arbustiva para diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.....	53
Tabla 12. Clasificación de las líneas evaluadas por su altura de acuerdo con la escala propuesta por Buitrago 2006.....	54
Tabla 13. Comparación de promedios para número de vainas por planta en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.....	58
Tabla 14. Comparación de promedios para la variable peso de vaina verde en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.....	61
Tabla 15. Comparación de promedios para la variable longitud de la vaina (cm) en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.....	64

Tabla 16.	Comparación de promedios para la variable número de granos por vaina en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.	67
Tabla 17.	Comparación de promedios para peso de 100 granos verdes (g) en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.	70
Tabla 18.	Comparación de promedios para rendimiento en vaina verde por hectárea (Kg.ha^{-1}), en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.	73
Tabla 19.	Comparación de promedios para peso de semilla en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.	76
Tabla 20.	Comparación de promedios para rendimiento en grano seco en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.	79
Tabla 21.	Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en vaina verde (kg/ha).	82
Tabla 22.	Parámetros de estabilidad fenotípica para rendimiento en vaina verde en la evaluación de la interacción de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.	83
Tabla 23.	Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en grano seco (kg/ha).	84
Tabla 24.	Parámetros de estabilidad fenotípica para rendimiento en grano seco en la evaluación de la interacción de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.	85
Tabla 25.	Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI para rendimiento en vaina verde (t.ha^{-1}) de 20 líneas de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	86
Tabla 26.	Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI para rendimiento en grano seco (t.ha^{-1}) de 20 líneas de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	89
Tabla 27.	Niveles máximos alcanzados en reacción a las enfermedades foliares oidio (<i>Erysiphe poligoni</i>) y ascochyta (<i>Ascochyta pisi</i>) para la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.	92

Tabla 29.	Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja arbustiva con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre A.....	95
Tabla 30.	Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja arbustiva con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B.....	97
Tabla 31	Costos variables e ingresos netos de la tecnología de producción de arveja tradicional voluble frente a la tecnología de producción de arveja arbustiva.	99
Tabla 32.	Dominancia para tres tratamientos seleccionados en el análisis económico de Presupuesto Parcial de Perrin (1976).	100
Tabla 33.	Tasa de Retorno Marginal para los tratamientos UN6644 (Arbustiva) y Andina (Voluble).....	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Centro de origen y zonas de cultivo mundial.....	22

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. AMMI Biplot para rendimiento en vaina verde ($t\cdot ha^{-1}$) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño..... 87

Gráfica 2. AMMI Biplot para rendimiento en grano seco ($t\cdot ha^{-1}$) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño..... 90

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Genotipos de arveja arbustiva, identidad y procedencia.	38
--	----

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSÍ1	114
ANEXO B. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE GUALMATÁN1.....	115
ANEXO C. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUIPIALES1	115
ANEXO D. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES1	116
ANEXO E. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES1	117
ANEXO F. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSÍ2	118
ANEXO G. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE GUALMATÁN2.....	119
ANEXO H. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUIPIALES2	120
ANEXO I. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES2	121
ANEXO J. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES2	122
ANEXO K. PREPARACIÓN Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE A DE 2009	124
ANEXO L. ESTADO DE FLORACIÓN EN AMBIENTES DE GUALMATÁN1 E IPIALES1 SEMESTRE A DE 2009.	125
ANEXO M. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE LÍNEAS ARBUSTIVAS CON PRODUCTORES DE LA ZONA, SEMESTRE A Y B DE 2009.....	126
ANEXO N. PREPARACIÓN Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE B DE 2009	127
ANEXO O. ESTADO DE FLORACIÓN DE CUATRO LÍNEAS ARBUSTIVAS SEMESTRE B DE 2009	128
ANEXO P. PRESENCIA DE OIDIO (<i>Erysiphe polygoni</i>) Y <i>Ascochyta</i> (<i>Ascochyta pisi</i>) EN ALGUNAS LÍNEAS ARBUSTIVAS.	129
ANEXO Q. Resultados de las puntuaciones para la graficación del Biplot para rendimiento en vaina verde t.ha ⁻¹ de 20 líneas de arveja arbustiva (<i>Pisum sativum</i> L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	130
ANEXO R. Resultados de las puntuaciones para la graficación del Biplot para rendimiento en granos seco t.ha ⁻¹ de 20 líneas de arveja arbustiva (<i>Pisum sativum</i> L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	131

RESUMEN

La presente investigación se realizó en cinco municipios (Potosí, Gualmatán, Pupiales, Ipiales y Puerres) de la zona sur del departamento de Nariño, durante los dos semestres de 2009 para un total de 10 ambientes. Se evaluó a través de la interacción genotipo x ambiente, el comportamiento agronómico de 20 líneas de arveja arbustiva *Pisum sativum* L, procedentes de la Universidad Nacional y CORPOICA La Selva Antioquia, disponibles en la Universidad de Nariño. Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a cosecha en verde, días a cosecha en seco, altura de la planta, número de vainas por planta, longitud de vainas verdes, peso de vainas verdes, número de granos por vaina, peso de 100 granos verdes, rendimiento en vaina verde, peso de la semilla y rendimiento en grano seco. Para las variables de rendimiento en vaina verde y grano seco la adaptabilidad y estabilidad fenotípica de las 20 líneas de arveja arbustiva, se realizó a través del método de Eberhart y Russell (1966) y el modelo AMMI. En el proceso de evaluación del comportamiento agronómico de las 20 líneas de arveja arbustiva, se tomó en cuenta la participación de los productores de Fedeadur. Se realizó un análisis económico de acuerdo con los costos variables del sistema de producción de arveja arbustiva y sistema de producción de arveja voluble a través del método de presupuesto parcial de Perrín. Se destacaron en diferentes ambientes para número de vainas por planta las líneas ILS3576, ILS3556, UN7085 y UN5172; para peso de vainas ILS3557, ILS3558 e ILS3559; en longitud de vaina ILS3558 e ILS3559; para número de granos por vaina ILS3562, UN5174, ILS3575; para peso de 100 granos verdes UN5175, ILS3558 e ILS3559 y para peso de la semilla UN5172, ILS3560, ILS3558, ILS3559, ILS3560 y UN3575. Los análisis de estabilidad fenotípica permitieron identificar como promisorias las líneas UN5174 y UN6644 con rendimiento en vaina verde de 4990 y 5293 kg.ha⁻¹ y la línea ILS3575 con rendimiento en grano seco de 1935,63 kg.ha⁻¹. Se obtuvo un alto grado de coincidencia en la identificación de líneas estables analizadas por los métodos de Eberhart y Russell y AMMI en las variables rendimiento en vaina verde y rendimiento en granos seco.

Palabras claves: componentes de rendimiento, adaptabilidad, estabilidad, reacción a enfermedades, selección.

ABSTRACT

This research was conducted in five municipalities (Potosí, Gualmatán, Pupiales, Ipiales and Puerres) of the southern part of the Department of Nariño, during the two semesters of 2009 for a total of 10 environments. Was assessed through the interaction of genotype x environment, the agronomic behavior of 20 lines of shrub pea *Pisum sativum* L, from the National University and CORPOICA La Selva Antioquia, available at the University of Nariño. The evaluated variables were: days to flowering, days to harvest green, harvest dry days, plant height, number of pods per plant, length of green pods, weight of green pods, number of grains by pod, weight of 100 Green beans, yield in green pod, weight of the seed and yield in dry grain. For variables of yield in green pods and dry grain adaptability and phenotypic stability of 20 lines of pea shrub, was performed by the method of Eberhart and Russell (1966) and the AMMI model. In the process of evaluation of the agronomic behavior of 20 lines of pea shrub, was taken into account the participation of the producers of Fedeadur. Economic analysis was performed according to the variable costs of the production system of pea shrub and production system of fickle pea by the method of partial budget of Perrín. Highlighted in different environments for number of pods per plant lines ILS3576, ILS3556, UN7085 and UN5172; for weight of pod ILS3557, ILS3558 and ILS3559; length of pod ILS3558 and ILS3559; for number of grains by pod ILS3562, UN5174, ILS3575; weight of 100 Green grain UN5175, ILS3558 and ILS3559 and the UN5172, ILS3560, ILS3558, ILS3559, ILS3560 and UN3575 seed weight. The analysis of phenotypic stability allowed identified as promising lines UN5174 and UN6644 with yields in green pod of 4990 and 5293 kg.ha⁻¹ and the ILS3575 line with dry seed of 1935,63 kg.ha⁻¹ performance. Obtained a high degree of coincidence in the identification of stable lines analyzed by Eberhart and Russell and AMMI methods in variables performance in green pod and dry yield in grains.

Keywords: yields components, stability, adaptability, reaction to disease, selection.

INTRODUCCIÓN

La arveja arbustiva *Pisum sativum* L. es un renglón poco explotado en Colombia. Según FENALCE (2010) las importaciones de arveja seca en Colombia durante los últimos años han estado en un promedio de 40.000 t/año, las cuales son en su mayor parte de segunda a cuarta categoría. En la búsqueda de nuevas opciones de producción para la zona andina del departamento de Nariño, la arveja arbustiva puede constituirse en una importante alternativa agrícola que contribuya a incrementar los ingresos de los productores.

La producción de arveja de porte bajo en Colombia con hábito de crecimiento arbustivo se ha realizado en su mayor parte por empresas agroindustriales cuya finalidad es el procesamiento de arveja para enlatados. Hasta la fecha, no se han obtenido variedades mejoradas de arveja arbustiva para el consumo en fresco o en grano seco en Colombia, siendo este un campo de investigación que puede fortalecer los sistemas productivos de los agricultores de la zona fría del departamento de Nariño. La arveja además de presentar alta demanda para consumo fresco y seco a nivel nacional, es una importante alternativa de rotación de cultivos por su capacidad fijadora de nitrógeno al suelo.

Las variedades mejoradas que se utilizan en la región presentan algunos limitantes en la producción como son los incrementos en los costos de producción debido a la incidencia de enfermedades foliares como la mancha de *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*) y mildew polvoso (*Erysiphe poligoni*), que pueden ocasionar pérdidas entre el 50 y el 100% (Hagedorn, 1984; Castillo 1984 y Monsalve, 1993), lo cual hace necesario incrementar el uso de fungicidas para su control. Por otra parte, las variedades actuales (Sindamanoy, Andina y San Isidro) requieren el establecimiento de sistemas de tutorados que representan cerca del 52% de los costos de producción de esta especie en el sur del país (Checa, 1994).

En una evaluación preliminar la Universidad de Nariño seleccionó a partir de 50 líneas clasificadas como de crecimiento arbustivo, procedentes de la Universidad Nacional y Corpoica La Selva Antioquia, 20 líneas promisorias con las cuales se realizó la presente investigación en cinco municipios del sur del departamento de Nariño.

La presente investigación se realizó con el objeto de evaluar por ciclo de cultivo y componentes de rendimiento, veinte líneas de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del Departamento de Nariño. De igual manera, se buscó establecer la adaptabilidad y estabilidad fenotípica para rendimiento en vaina verde y grano seco. El trabajo involucró un proceso participativo con productores representantes de la Federación de agricultores del sur de Nariño- FEDEASUR. Adicionalmente, se buscó determinar la reacción de las líneas a las enfermedades

foliares prevalentes. Por otra parte, se estableció la viabilidad económica de la arveja arbustiva frente a la arveja voluble en condiciones favorables de cultivo.

1. TITULO

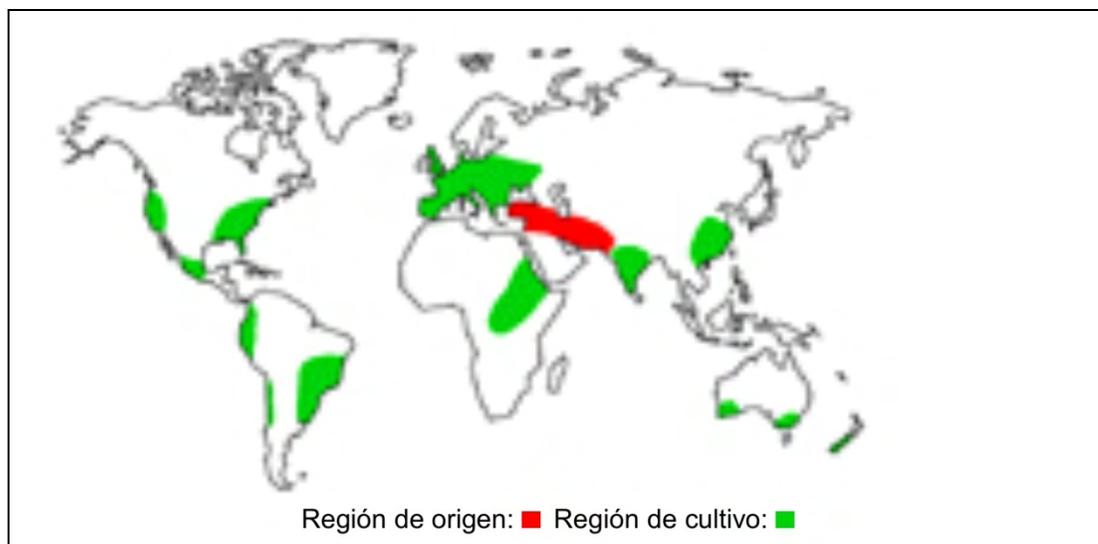
“INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA ARBUSTIVA *Pisum sativum* L. PARA CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO”

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN

La arveja es una especie vegetal utilizada desde épocas remotas en la alimentación humana y animal. Tiene la facultad de tomar el nitrógeno atmosférico para incorporarlo al suelo. El centro de origen exacto y el progenitor silvestre de la arveja son desconocidos. Sin embargo, diversos autores coinciden en que aquel se encontraría en la zona comprendida desde el Mediterráneo, pasando por el Medio Oriente, hasta el Suroeste de Asia (Schuchert, 2000), (figura 1). La arveja es una de las plantas cultivadas más antiguas, encontrándose referencias escritas de haber sido ya utilizada por pueblos neolíticos del Cercano Oriente, 7-6 mil años A.C. (Khvostova, 1983).

Figura 1. Centro de origen y zonas de cultivo mundial



Fuente: Schuchert, 2000. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/PisumsativumL/Pea.html>

Su cultivo se extendió hacia regiones templadas y zonas altas de los trópicos en todo el mundo, siendo hoy ampliamente cultivada y consumida, ya sea como hortaliza fresca o como semilla seca, en casi todos los países.

Tras unos diez mil años de domesticación la arveja (*Pisum sativum* L.) ha acumulado tal variabilidad genética que no solo ha logrado adaptarse a una diversidad de ambientes para convertirse en una de las principales leguminosas de grano en el mundo, sino también pasar a ser una importante planta modelo para estudios bioquímicos y fisiológicos (Davies, 1993).

2.2 ASPECTOS GENERALES

2.2.1. Aspectos económicos. El cultivo de la arveja ha sido factor estabilizador de la economía de los pequeños y medianos productores de las zonas andinas, a quienes les ha facilitado su seguridad alimentaria. Según la FAO, en el año 2008, la producción de arveja seca en el mundo fue de 9.828.000 de toneladas, los principales productores son Canadá, Rusia, China, India y Francia. De arveja fresca, incluidos los guisantes, la producción fue de 8.4 millones de toneladas China, India, Estados Unidos, son los mayores productores de arveja verde del mundo (FENALCE, 2010).

2.2.1.1. Área sembrada, Producción y rendimiento en Colombia. La arveja se cultiva en catorce departamentos, pero su producción se concentra en Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Tolima (Buitrago *et al.*, 2006). Para 2010, este cultivo ocupó 24.832 ha, con una producción de 75,457t y un rendimiento de 3,0 t/ha (FENALCE, 2010) (Tabla 1). En su mayoría la arveja fresca y parte de la seca se destinan al consumo humano; la otra parte de la arveja seca se utiliza en la industria de balanceados para la alimentación animal. Dado que al desgranarla su rendimiento se estima en 50% cáscara y 50% grano verde, el consumo por habitante esta cercano a un kilogramo anual de arveja desgranada.

2.2.1.2. Área sembrada, Producción y rendimiento en Nariño. En el departamento de Nariño, en 2010, se sembraron 5.280 hectáreas, con un rendimiento de 2.85 t.ha⁻¹, la mayor parte destinada a la producción en vaina verde o grano fresco. (FENALCE, 2010). Los programas de reconversión de las zonas trigueras impulsados por CORPOCEBADA y ejecutados por el convenio Corpoica FENALCE en Investigación y FENALCE en fomento, han contribuido al notorio incremento del área sembrada de esta leguminosa en Nariño (de 1.448 ha en 1991 a 3.996 ha en 2000). (Arcila, 2002).

Tabla 1. Comparativo de área sembrada, rendimiento y producción años 2000 a 2010.

Producto: arveja

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AREA (ha)	24.010	21.132	19.770	19.750	26.877	25.900	20.739	24.655	24.365	26.879	24.832
REND. (t/ha)	2,52	2,71	2,84	2,68	2,88	2,7	3,35	3,62	3,63	3,2	3,0
PROD.(t)	60.488	57.328	56.146	52.957	70.636	69.821	69.427	89.146	88.396	86.723	75.457

Áreas cubiertas por FENALCE

Fuente: Indiceralista 2010 total

2.2.1.3. Importaciones. El consumo de arveja seca para la alimentación humana, cuya demanda es cubierta totalmente por importaciones, para el 2010 se

totalizaron 41.001t de arveja seca importada, provenientes en su mayoría del Canadá, seguido de estados Unidos y Argentina, con un incremento respecto a las importaciones de los años 2008 y 2009 que correspondieron a 32.707 y 36.396t. (FENALCE, Indiceralista 2010 Total).

2.2.1.4. Exportaciones. Para los años 2006, 2007 y 2008 se exportaron 2.000, 5.401y 8.928 t respectivamente, observándose un incremento de 3.000 toneladas de arveja por periodo. (Departamento Económico, FENALCE, 2009).

2.2.2. Aspectos productivos de la arveja arbustiva. Este tipo de arveja es utilizada para la industria y se caracteriza por ser una actividad propia de medianos y grandes agricultores, quienes tienen acceso a un mayor nivel tecnológico. En el país se ha ubicado preferiblemente en la Sabana de Bogotá, debido a la cercanía a los sitios de procesamiento. En la última década, el cultivo prácticamente ha desaparecido y se ha pasado a la importación del producto; no obstante, dadas las dificultades de tecnificación de las arvejas volubles por su sistema de tutorado es pertinente trabajar en arvejas arbustivas tendiente a obtener genotipos de porte bajo, precoces y con cualidades de vaina para consumo en fresco como las variedades convencionales de ciclo largo tipo Santa Isabel. (González y Ligarreto, 2006).

En cuanto a enfermedades, la mancha foliar en arveja (*Pisum sativum* L.), causada por el hongo *Ascochyta pisi* (Lib.), constituye la limitante biológica más importante en este cultivo, afectando la producción. El control de la enfermedad con el uso excesivo de fungicidas, ha llevado a contaminar el medio ambiente y el producto obtenido. (Tobón y Vergara, 2004). El control se hace a base de fungicidas protectantes como el mancozeb (Bistidio carbamato de manganeso y zinc) o con sistémicos como benomil. Las plantas de arveja se tornan más susceptibles a partir de la floración (Sañudo *et al.*, 1999).

Las variedades de arveja se pueden dividir en dos grupos: las llamadas de crecimiento indeterminado, que tienen floración continua y porte alto, son rústicas y poseen períodos vegetativos más largos que aquellas que corresponden al segundo grupo. Las llamadas de crecimiento determinado son de porte bajo y se necesita para su cultivo una excelente preparación del suelo y un período de lluvias muy regular. La densidad apropiada para este tipo de arveja es de 140 plantas/m² (Garzón y Gasca, 1990).

Según la escala BBCH (Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemical) (Meier, 2001), el desarrollo fenológico de la planta de arveja se puede describir con los siguientes estadios: germinación, desarrollo de hojas, crecimiento longitudinal de entrenudos, aparición del órgano floral, floración, formación y maduración de vainas, senescencia.

Un evento importante en la fenología de los cultivos es el inicio de la floración, cuyo momento puede variar de acuerdo con la susceptibilidad del material vegetal a la temperatura y al fotoperiodo. En arveja, algunas variedades requieren únicamente de un fotoperiodo favorable, otras de una conjugación de temperatura y fotoperiodo; incluso hay algunas que son insensibles al fotoperiodo (Arjona *et al.*, 1977; Wilson y Robson, 2006).

Los materiales arbustivos, son exigentes en la preparación del suelo y en las condiciones de precipitación (González y Ligarreto, 2006). Por otra parte, la competencia es un tipo de relación entre plantas en el que hay reducción de un factor esencial para el crecimiento y los rendimientos de los cultivos resultan afectados (Radosevich *et al.*, 1997).

En general, se recomienda que los cultivos semestrales permanezcan libres de competencia durante el primer tercio de su ciclo de vida (CIAT, 1989). Buitrago *et al.* (2006) refieren que en los primeros estados de desarrollo es conveniente que el cultivo de arveja esté libre de arvenses y recomiendan hacer la primera deshierba entre 10 y 15 días después de la emergencia.

La arveja requiere clima templado - húmedo y relativamente fresco. En el período de floración, cuaja de flores y estados iniciales de llenado de grano, se afecta por las heladas; además, en estos estados es más sensible a cambios de temperatura y humedad del suelo (Krarup, 1989).

La arveja no es un cultivo exigente en cuanto calidad de suelo y prospera bien en la mayoría de ellos (Faiguenbaum, 1993), pero requiere un nivel de fertilidad fosfórica y pH que no limite la capacidad de simbiosis con *Rhizobium leguminosarum*. El valor crítico de pH es 5,5 y fósforo 10 ppm. (Muehlbauer, 1983).

Aunque el guisante soporta mal la sequedad del medio ambiente, las lluvias excesivas antes de la floración perjudican considerablemente al cultivo, al dar lugar a un desarrollo vegetativo prolongado, retrasando y reduciendo la floración y en casos extremos la pérdida total de la cosecha. Una forma de disminuir este riesgo es mediante la utilización de variedades precoces y mata baja en zonas templadas, agrícolamente estas variedades son mejores para el gran cultivo, porque su floración suele ser más uniforme, no necesita tutores y con ello el gasto de producción es menor (Mateo Box, 1955). Experimentalmente, las fechas idóneas de siembra son a mediados de noviembre (otoño-invierno) y se recolecta en primavera.

2.2.3. Antecedentes de la producción de arveja en el sur de Nariño. Hasta el año 1995, la arveja en Nariño se sembraba al voleo o en surcos sin tutor, con variedades regionales como la Piquinegra o la Gorriona (Sañudo *et al.*, 1999). Estos sistemas conducían a bajos rendimientos y alta incidencia de las

enfermedades foliares como Ascoquita (*Ascochyta pisi*) y Antracnosis (*Collectotrichum pisi*). La arquitectura de las plantas de las variedades regionales utilizadas, es de crecimiento indeterminado o voluble, lo cual permite que las plantas después de floración se postren sobre el suelo (Checa, 1994). No obstante, la producción que se logra se ve afectada en su calidad al encontrarse manchas en las vainas, que castigan al producto en el mercado reduciendo su precio hasta en un 60%.

2.2.3.1. Mejoramiento genético de arveja en Nariño. Con el lanzamiento de la variedad de arveja Sindamanoy en 1995, adaptada a la zona cerealista de Nariño (Checa, 1995), se abrieron nuevas posibilidades para la producción agrícola de la zona Andina de Nariño. Este nuevo cultivar precoz se caracteriza por ser de crecimiento indeterminado, presenta flores de color blanco, de excelente calidad en vaina y grano seco; alcanza un rendimiento experimental de 6.400 kg/ha en vaina verde y 1.600 kg/ha en grano seco, su periodo vegetativo va de 105 a 120 días para cosecha en verde y de 130 a 150 días para cosecha en seco, su semilla es de color verde, hiliium blanco, tamaño de 8mm, forma redonda, lisa y grande (Inscripción ICA 1996). Esta variedad se entregó unida a un nuevo sistema de siembra para Nariño consistente en el tutorado y adicionalmente a los sistemas de reducción de labranza o labranza conservacionista.

Sin embargo, la variedad a pesar de presentar altos rendimientos, con el transcurso del tiempo redujo su respuesta favorable a las enfermedades foliares que aún cuando en sistemas tutorados reducían su incidencia, no dejaba de presentar un problema limitante de la producción, especialmente en épocas de alta humedad alcanzando un 20% de los costos de producción.

En el año 2000, CORPOICA lanza la variedad Obonuco San Isidro, con adaptación a los municipios de Tangua, Imués, Yacuanquer y Guaitarilla (Campuzano *et al.*, 2003a y 2003b). Igual que la anterior, la variedad Obonuco San Isidro, es de crecimiento voluble, presenta flores de color blanco, alcanza un rendimiento experimental de 3.510,1 kg/ha en vaina verde, 1.749,3 kg/ha en grano verde y 1.120,2 kg/ha en grano seco, su ciclo de vida comprende 112 días para cosecha en grano verde, de 140 a 147 días para cosecha en grano seco, su semilla es de color verde, hiliium blanco, forma redonda y lisa (Registro ICA 2006). Aún cuando en las zonas antes mencionadas tiene bajas incidencias de enfermedades, en zonas o épocas de mayor precipitación también se ve afectada por enfermedades foliares en menor proporción respecto a la variedad Sindamanoy.

En el año 2001, CORPOICA lanzó la variedad Obonuco Andina, adaptada entre los 2600 y 2900 msnm especialmente en la cuenca del río Guaitara en Nariño. Alcanza un rendimiento de 6,6 t/ha (Campuzano *et al.*, 2002). Presenta flores de color blanco, su ciclo de vida comprende 65 días para cosecha en verde y de 155 días para cosecha en grano seco, su semilla es de color verde, hiliium blanco,

forma redonda y lisa (Registro ICA 2006). Igual que la variedad Obonuco San Isidro, en condiciones de alta humedad puede presentar Antracnosis y Ascoquita en hojas y tallos tal como fue observada en ensayos realizados en Botana municipio de Pasto en el semestre B de 2005.

2.3. INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE

El ambiente se describe como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos, y que afectan directamente su desarrollo y evolución; está determinado por una serie de condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. El ambiente origina variaciones entre los individuos, aún cuando estos sean genéticamente iguales (Chávez, 1993).

La valoración del efecto del ambiente en el desarrollo de los cultivos es importante para la determinación de zonas aptas y la planificación de la producción (Galindo y Clavijo, 2009).

Vallejo y Estrada (2002) definen la interacción genotipo x ambiente como el comportamiento diferenciado de las variedades en los distintos ambientes en que se evalúan.

Fox *et al.*, (1997) definen la interacción genotipo por ambiente como la expresión genotípica diferencial a través de los ambientes, mientras que para Maynard (1996) se expresa para cambios en la jerarquía o en los niveles de desempeño entre individuos cuando se prueba en diferentes ambientes.

La evaluación de genotipos en varios ambientes es indispensable en los programas genotécnicos, pues su respuesta relativa con frecuencia cambia de un ambiente a otro. Conocer la magnitud de la interacción genotipo x ambiente permite seleccionar los genotipos de acuerdo con los objetivos del fitomejorador (Brancourt-Hulmel y Lecomte, 2003; Coutiño- Estrada y Vidal-Martínez, 2003).

Para lograr una agrupación adecuada de ambientes basada en la identificación de problemáticas comunes, se debe considerar las relaciones del rendimiento de grano, tanto con factores físicos (precipitación, altitud, suelo, etc.) como fitopatológicos. Sin embargo, la identificación de factores que sean de utilidad, su registro y el entendimiento de las relaciones con la respuesta del cultivo, son tareas difíciles, por lo que la forma práctica de describir las asociaciones entre sitios de prueba, se basa en el propio rendimiento del cultivo (Westcott, 1987; Peterson y Pfeiffer, 1989) bajo el supuesto que éste es el resultado de las variantes ambientales, tanto bióticas como abióticas.

En términos prácticos, la separación de ambientes con base en el rendimiento ha producido estratos dentro de los cuales se espera que las variedades enfrenten problemáticas similares (Villaseñor y Espitia, 2000). A su vez, la estabilidad del rendimiento puede estar asociada con determinadas características fisiológicas, por lo que parece muy interesante el desarrollo de criterios fisiológicos de selección (Blum, 1985; Sullivan y Jordan, 1987).

La evaluación de variedades en diferentes localidades, a lo largo del tiempo, es una importante opción para estimar las respuestas genotípicas diferenciales a variadas condiciones ambientales, y de esta forma, estimar la interacción genotipo-ambiente.

La selección de nuevos genotipos, que permitan incrementar la productividad de los cultivos, se logra eficientemente a través de la evaluación de nuevos materiales en los ensayos regionales (Correia *et al.*, 1996). En este tipo de ensayos se obtiene un estimador del comportamiento de los cultivares sometidos a diferentes ambientes (localidades y años), es decir, su interacción genotipoxambiente (GxA), la cual se manifiesta cuando las condiciones ambientales repercuten en los efectos diferenciales de los genotipos. Es por ello, que la selección de genotipos debe incluir aquellos de alto potencial de rendimiento, que manifiesten estabilidad en la producción cuando son sembrados en diferentes condiciones ambientales (Magari y Kang, 1997).

El uso de estimadores de la estabilidad del rendimiento de cultivares y otras características de interés agronómico permite conocer cómo es el comportamiento de un genotipo respecto a aquellos factores del ambiente que varían con la localidad o de un año a otro (Gutiérrez, 1992). Existe una variada gama de procedimientos uni y multivariados para obtener estimadores de la estabilidad del rendimiento.

Entre los univariados se destaca el método de Eberhart y Russell (1966), quienes efectuaron una modificación del método de Finlay y Wilkinson (1963) utilizando la media aritmética de los datos reales y señalaron que el coeficiente de regresión podía ser utilizado como estimador para medir la respuesta de cada cultivar a los índices ambientales, y que la estabilidad de producción se podía medir por la magnitud de la desviación a partir de regresión lineal; es decir, por el cuadrado medio de la desviación de regresión. Así, un genotipo estable tendría coeficiente de regresión $b_i = 1,0$ y una $S^2_{di} = 0$, mientras que otras combinaciones de b_i y de S^2_{di} serían inestables.

El modelo propuesto es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \delta_{ij}$$

Donde:

μ_i : Media general del genotipo o experimento i ($i = 1, 2 \dots g$).

β_{ij} = Respuesta lineal del genotipo i a la variación ambiental J .

I_j = Índice ambiental ($j = 1, 2 \dots a$), siendo $I_j = \frac{Y_{.j}}{g} - \frac{Y_{..}}{ga}$

δ_{ij} = Desviación de la regresión.

ϵ_{ij} = Error experimental promedio.

De los métodos multivariados, el más empleado es el método AMMI (Efectos aditivos e interacción multiplicativa) propuesto por Zobel *et al.* (1988); Gauch (1988); Gauch y Zobel (1988). El método ha sido utilizado principalmente en cereales y oleaginosas (Gauch, 1988; Crossa *et al.*, 1990; Zabala García *et al.*, 1992) y en menor medida en plantas forrajeras (Annicchiarico, 1992; Van Eeuwijk y Elgersma, 1993).

Se basa en un modelo estadístico lineal-bilineal (Crossa y Cornelius, 2000), en el que los efectos principales de genotipos y de ambientes, considerados términos lineales, se explican mediante un Análisis de Varianza convencional. El componente bilineal (no aditivo) se atribuye a la interacción genotipo \times ambiente y se analiza mediante la técnica de componentes principales.

El método AMMI no sólo permite estimar estabilidad sino también evaluar localidades y como consecuencia clasificar ambientes (Crossa *et al.*, 1990; Saindon y Schaalje, 1993). Ha sido utilizado para ensayos multilocales donde participan numerosos y diversos ambientes, dado que su efectividad aumenta con el número de datos (Gauch, 1990). Sin embargo, tal como lo ha explicado Yan (1995) su aplicación depende del objetivo.

Es recomendable su uso en aquellos casos donde es imprescindible discernir en detalle sobre las características de la interacción $G \times A$. Zobel *et al.* (1988), Nachit *et al.* (1992) y Yan (1995) han demostrado la eficiencia del análisis AMMI respecto a otras técnicas de análisis tradicionales. Así mismo, el AMMI unido al uso del biplot (Kempton, 1984) es una herramienta poderosa para detectar fuentes importantes que expliquen la interacción.

El modelo AMMI está representado por la ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + \sum_{n=1}^N B_n \cdot I_n \cdot \delta_{jn} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento promedio del i ésimo genotipo en el j ésimo ambiente.

μ = Efecto de la media general.

G_i = efectos genotípicos, principales.
 A_j = efectos ambientales principales.
 N = Corresponde al número de ejes CP retenidos en el modelo.
 B_n = es el valor singular para cada CP.
 t_{in} = valores de los vectores de los genotipos para cada CP.
 j_n = valores de los vectores de los ambientes para cada CP.
 E_{ij} = es el residuo que incluye el error experimental.

2.4. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL TEMA

González y Ligarreto (2006) realizaron estudios para determinar el rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) bajo siembra de agricultura protegida.

La evaluación de las diferentes variables se realizó sobre 10 plantas por tratamiento; las 10 variables evaluadas correspondieron a indicadores de precocidad (días a floración, días a cosecha en fresco) y componentes de rendimiento en verde (peso de las vainas, número de granos por vaina, peso de los granos) y en seco (número de vainas por planta, número de vainas por tratamiento, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento).

Los genotipos promisorios de arveja con el período de días a floración más largo expresaron el mayor rendimiento, como también las variables número de granos por vaina, peso de 100 granos evaluados en verde y en seco y número de vainas totales afectaron directamente el rendimiento, pero de una manera compensatoria. Este comportamiento coincidió con lo reportado por muchos autores en publicaciones de leguminosas comestibles como frijol, arveja y haba (González y Ligarreto, 2006).

Prieto y Antonelli (2007) evaluaron el comportamiento, desde el punto de vista productivo, de tres cultivares de arveja (Viper, Facon y Bolero) en dos fechas de siembra. A lo largo del ensayo fue evidente la producción diferenciada de materia seca entre los diferentes cultivares evaluados, observándose diferencias en rendimiento entre cultivares.

González (2001) evaluó la interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.), encontrando significancia para el rendimiento en los efectos principales de genotipo, ambiente y de la interacción genotipo x ambiente. La incidencia de heladas tardías, el estrés hídrico y el exceso de temperatura en el periodo de floración a madurez se identificaron como los principales elementos ambientales limitantes del rendimiento en grano.

Once variedades de guisante se evaluaron en 16 ambientes de España durante tres temporadas de cultivo y las diferencias de rendimiento de semillas entre los

cultivares y la interacción $G \times A$ resultó ser altamente significativa (Flores *et al.*, 1998).

2.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE PERRIN (APP)

El APP proporciona información útil para tomar decisiones en los procesos de investigación, extensión y adopción, pero las decisiones deben estar basadas también en un buen conocimiento de la tecnología del producto a evaluar y de los sistemas locales de producción (Horton, 1982).

El APP puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la finca. Este enfoque del presupuesto se denomina parcial porque no incluye todos los costos de producción, sino sólo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas usuales de producción que sigue el agricultor con las prácticas propuestas. El APP permite cuantificar el impacto que un cambio en el sistema de producción del agricultor tenga sobre su ingreso neto sin necesidad de conocer todos sus costos de producción (Horton, 1982).

El APP es útil en cada fase del proceso de investigación, extensión, adopción. En el primer caso, puede ayudarle al investigador a concentrar su atención en aspectos problemáticos de las tecnologías que esté desarrollando, en las cuales es necesario reducir costos y aumentar retornos. En el segundo, puede ayudarle al extensionista a desarrollar recomendaciones acertadas con un alto potencial de adopción. Finalmente, puede ayudarle al agricultor a mejorar su proceso de toma de decisiones (Horton, 1982).

2.5.1. Costo de los insumos. Las cantidades de insumos o de las variables a evaluar multiplicadas por los precios dan los costos.

2.5.2. Costo del capital. El capital tiene un costo que depende de la tasa anual de interés y el tiempo durante el cual se usa el capital. Estos factores son válidos sea que el capital se obtenga de crédito o que el agricultor disponga de él.

2.5.3. Costos fijos (CF). Cuando se compara una nueva tecnología con la del agricultor, los costos fijos son aquellos que no varían entre una y otra tecnología. Por ejemplo, en un experimento para comparar diferentes calidades de semilla de papa, los costos de fertilizantes, labranza y deshierbas son similares.

2.5.4. Costos variables (CV). Son los costos que si cambian o varían de una práctica a la otra, ejemplo costo de la semilla y costo de capital Horton, 1982.
 $IN = IT - (CF+CV)$

Donde:

IN = Ingreso neto
IT = Ingreso total
CF = costos fijos
CV = Costos variables

2.5.5. Cambio del ingreso neto. El agricultor para decidir si adopta el sistema recomendado, debe saber si esta opción aumentará su ingreso neto. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$IN = IT - CV$$

Donde:

IN = Cambio en el ingreso neto.
IT = Cambio en el ingreso total
CV = Cambio en los costos variables

2.5.6. Tasa de retorno TR. Es un índice útil para evaluar económicamente la adopción de una tecnología nueva. La tasa de retorno es una medida del incremento en el ingreso IN generado por cada unidad adicional de costos CV:
TR: IN / CV

En otras palabras, la tasa de retorno (TR) es una medida del ingreso neto dividido por el capital adicional que se invierte en una nueva tecnología, en comparación con la del agricultor. Si la tecnología alternativa cuesta menos que la del agricultor, no es necesario calcular la tasa de retorno, pero si es más costosa, entonces la TR se calcula y debe ser:

Mayor que las otras inversiones posibles

Lo suficientemente alta para cubrir los riesgos asociados con la adopción.

2.5.7. Reglas para el análisis de presupuesto parcial:

- ✓ Si el ingreso neto (IN) permanece igual o disminuye, la nueva tecnología debe ser rechazada por que no es más rentable que la del agricultor.
- ✓ Si el In se incrementa y los costos variables permanecen constantes o disminuyen, la nueva tecnología debería ser adoptada, pues es claramente más rentable que la tecnología del agricultor.
- ✓ Si tanto el ingreso neto (IN) como los costos variables (CV) aumentan, se debe calcular y analizar la tasa de retorno (TR). A mayor incremento del ingreso neto

(IN) y a mayor tasa de retorno (TR), más económicamente atractiva es una alternativa tecnológica. La nueva tecnología debería ser aceptada sólo si la tasa de retorno es superior a 1,0 (Horton, 1982).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la zona sur del departamento de Nariño, durante el periodo de 2009 semestres A y B, en los municipios de Ipiales, Pupiales, Potosí, Puerres y Gualmatán, ubicados a un rango de alturas que van de los 2000 a 3000 msnm, con temperaturas entre los 10 y 18 °C., precipitaciones de 500 a 1500 milímetros.

Tabla 2. Ubicación geográfica (Latitud, longitud y altitud) de las parcelas en las localidades.

Ambientes	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud msnm*
Ciclo 1	Ciclo 1			
L 1	Potosí (San Pedro)	N00.82494°	W077.56630°	2674
L2	Pupiales Zona Urbana)	N00.86792°	W077.64050°	2965
L3	Gualmatán (Cofradía)	N00.91001°	W077.56337°	2740
L4	Ipiales (La Soledad)	N00.86249°	W077.57143°	2735
L5	Puerres (Tescual)	N00.86422°	W077.49900°	2693
Ciclo 2				
L6	Potosí (San Pedro)	N00.082489°	W077.5679°	2681
L7	Pupiales Calpután)	N00.85983°	W077.60609°	2888
L8	Gualmatán (San Antonio)	N00.90169°	W077.56297°	2642
L9	Ipiales (La Soledad)	N00.86249°	W077.57143°	2735
L10	Puerres (Tescual)	N00.86422°	W077.49900°	2693

Fuente: Este estudio

En cada localidad y para cada uno de los semestres donde se realizaron los ensayos se hizo análisis de suelos.

Tabla 3. Análisis físico químico del suelo de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre A de 2009.

	Gualmatán	Puerres	Ipiales	Pupiales	Potosí
PH	4,9	4,8	4,7	5,1	4,7
Materia orgánica (%)	6,3	4,19	6,05	6,29	3,94
Fosforo aprovechable (mg/kg)	42,1	62,7	41,9	83,5	52,5
Capacidad de intercambio (cmolcarga/kg)	17,5	13,7	16,1	22,9	8,9
Magnesio de cambio (cmolcarga/kg)	2,84	1,58	1,22	2,01	0,77
Potasio de cambio (cmolcarga/kg)	1,35	1,073	0,335	1,99	0,742
Aluminio de cambio (cmolcarga/kg)	0,103	0,102	0,1	0	0,102
Nitrógeno total (%)	0,244	0,162	0,234	0,234	0,152
Carbono orgánico (%)	3,65	2,43	3,51	3,65	2,29
Densidad aparente (g/cc)	0,88	0,95	1,01	0,94	0,83
Grado textural	Arenoso-Arcilloso	Arenoso-Arcilloso	Arenoso-Arcilloso	Arenoso-Arcilloso	Arenoso

Fuente: Laboratorios de suelos Universidad de Nariño

Tabla 4. Análisis físico químico del suelo de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B de 2009.

	Gualmatán	Puerres	Ipiales	Pupiales	Potosí
PH	4,4	4,8	4,4	5	5
Materia Orgánica (%)	4.19	4,19	4,92	6,14	4,1
Fósforo disponible (mg/kg)	132	62,7	47,3	38,2	56
Capacidad de Intercambio Catiónico (cmolcarga/kg)	12,5	13,7	9,8	16,5	13,9
Calcio de cambio (cmolcarga/kg)	4,88		4,32	6,89	7,09
Magnesio de cambio (cmolcarga/kg)	0,956	1,58	0,625	1,5	2,14
Potasio de cambio (cmolcarga/kg)	1,31	1,073	0,246	0,632	0,862
Aluminio de Cambio (cmolcarga/kg)	0,512	0,102	0,102	0,103	0,102
Nitrógeno total (%)	0,162	0,162	0,191	0,238	0,158
Carbono orgánico (%)	2,43	2,43	2,85	3,56	2,38
Densidad aparente (g/cc)	0,87	0,95	0,91	0,84	0,86
Grado textural	Arcillo-Arenoso	Areno-Arcilloso	Arcillo-Arenoso	Arcillo-Arenoso	Arenoso

Fuente: Laboratorios de suelos Universidad de Nariño

Los datos de análisis de suelos para el municipio de Puerres e Ipiales son los mismos en los dos ciclos ya que el ensayo se mantuvo en el mismo lote.

Se tuvo en cuenta los datos de precipitación correspondientes al periodo de 2009, durante el cual se realizó la investigación.

Tabla 5. Valores de precipitación mensual registrados por IDEAM periodo A y B 2009

Semestre A			Semestre B		
Localidad	Mes	Precipitación (mm)	Localidad	Mes	Precipitación (mm)
Potosí1	Marzo	90,9	Potosí2	Noviembre	37,6
	Abril	76,4		Diciembre	45,5
	Mayo	54,2		Enero	8,5
	Junio	45,6		Febrero	83,5
	Julio	31,6		Marzo	53,5
	Agosto	38,6		Abril	128,9
Gualmatán1	Marzo	81,8	Gualmatán2	Noviembre	57
	Abril	127,1		Diciembre	106,2
	Mayo	45,4		Enero	15,2
	Junio	48,6		Febrero	49,5
	Julio	36,6		Marzo	62,3
	Agosto	28,4		Abril	148,1
Pupiales1	No registra		Pupiales2	No registra	
Ipiales1	Marzo	136,5	Ipiales2	Noviembre	52,6
	Abril	86		Diciembre	104,2
	Mayo	55,2		Enero	12,5
	Junio	24,1		Febrero	48,5
	Julio	29,8		Marzo	43,7
	Agosto	19,6		Abril	133,7
Puerres1	Marzo	130,1	Puerres2	Noviembre	45,5
	Abril	119,7		Diciembre	151,2
	Mayo	40,4		Enero	31,4
	Junio	51		Febrero	79
	Julio	71,2		Marzo	54,4
	Agosto	53,4		Abril	114,8

Fuente IDEAM 2011.

El material genético correspondió a 20 líneas de arveja (*Pisum sativum*), procedentes de la Universidad Nacional y Corpoica La Selva Antioquia disponibles en la Universidad de Nariño, las cuales fueron clasificadas como de hábito arbustivo en su lugar de procedencia y mantuvieron dicha condición en la fase de multiplicación de semilla y selección preliminar realizada en Obonuco 2008. La identidad de los materiales se describe en el cuadro 1.

En cada uno de los cinco municipios se estableció un experimento por semestre, realizando esta evaluación en los dos semestres del año, de tal forma, que se obtuvieron un total de 10 ensayos experimentales.

Tabla 6. Clasificación de los ambientes para semestres A y B de 2009.

Periodo	Municipios (Localidades)				
1999	Potosí	Pupiales	Gualmatán	Ipiales	Puerres
Semestre A	L1	L2	L3	L4	L5
Semestre B	L6	L7	L8	L9	L10

Fuente Este estudio

En cada experimento se estableció un Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en seis surcos de 2 metros de largo, con distancia entre surcos de 0,40 m para un área total por parcela de 4,8 m². la distancia entre sitios fue de 0,10 m. El área útil de la parcela fue de 2,88 m² y correspondió a los cuatro surcos centrales descartando las plantas extremas de dichos surcos, la distancia entre parcelas y bloques fue de 1,0 m.

Cuadro 1. Genotipos de arveja arbustiva, identidad y procedencia.

Número	Genotipo	Procedencia	Color del grano	Forma del grano	Color flor
1	ILS3555	Corpoica La Selva Antioquia	Verde	Liso	Blanca
2	ILS3556	Corpoica La Selva Antioquia	Verde	Liso	Blanca
3	ILS3557	Corpoica La Selva Antioquia	Verde	Rugoso	Blanca
4	ILS3558	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Rugoso	Blanca
5	ILS3559	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Rugoso	Blanca
6	ILS3560	Corpoica La Selva Antioquia	crema	Liso	Blanca
7	ILS3562	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Rugoso	Blanca
8	ILS3566	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Semiliso	Blanca
9	ILS3575	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Semiarrugada	Blanca
10	ILS3576	Corpoica La Selva Antioquia	verde	Semiarrugada	Blanca
11	ILS3586	Corpoica La Selva Antioquia	crema	Semiarrugada	Blanca
12	UN5171	Universidad Nacional	verde crema	Arrugado	Blanca
13	UN5172	Universidad Nacional	verde	Liso	Blanca
14	UN5173	Universidad Nacional	verde	Arrugado	Blanca
15	UN5174	Universidad Nacional	verde	Arrugado	Blanca
16	UN5175	Universidad Nacional	verde	Arrugado	Blanca
17	UN6644	Universidad Nacional	verde crema	Arrugado	Blanca
18	UN6653	Universidad Nacional	verde crema	Liso	Blanca
19	UN7085	Universidad Nacional	verde	Arrugado	Blanca
20	UN7093	Universidad Nacional	verde	Arrugado	Blanca

Fuente Este estudio

En cada localidad se realizó una arada, una rastrillada y una surcada. La siembra se hizo de forma manual depositando en el surco una semilla por sitio (Anexos K y N). Al momento de la siembra se aplicó en el fondo de cada surco abono 13-26-6 en dosis de 125 kg-ha⁻¹ más 25 kg de Agrimins y Lorsban (clorpirifos) en polvo (30 kg-ha⁻¹) para el control de trozadores. Se efectuó control manual de malezas a los 30 y 60 días después de la siembra.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- ✓ Días a floración (**DF**): se registraron los datos cuando el 50% de las plantas de la parcela presentaron la primera flor abierta.
- ✓ Días a cosecha en verde (**DCV**): Número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron vainas para cosechar en verde.
- ✓ Días a cosecha en seco (**DCS**): Número de días desde la siembra hasta que el 100% de las plantas presentaron vainas para cosechar en seco.
- ✓ Altura de la planta (**AP**): se hizo la medición desde la base de la planta (cuello), hasta el ápice del tallo, cuando las plantas presentaron condiciones para cosecha en verde, y los datos se expresaron en cm.
- ✓ Número de vainas por planta (**NVPL**): se contó el número de vainas en 10 plantas y se obtuvo el promedio para una planta.
- ✓ Peso de vainas verdes (**PVV**): Se tomó al azar 20 vainas verdes y se obtuvo su peso en fresco, expresado en gramos.
- ✓ Longitud de vaina (**LVV**): Se tomó al azar 15 vainas verdes y se midió su longitud en cm.
- ✓ Número de granos por vaina (**NGV**): tomado en 10 vainas.
- ✓ Peso de 100 granos verdes (**P100GV**): Se tomó al azar 100 granos en verde y se obtuvo su peso en fresco, expresado en gramos.
- ✓ Rendimiento en vaina verde (**RtoVV**): se cosecharon dos de los surcos del área útil y se obtuvo el rendimiento en vaina verde en kg/ha⁻¹.
- ✓ Peso de la semilla (**P100GS**), se tomó al azar 100 granos secos (12% de humedad) y se obtuvo su peso expresado en gramos.
- ✓ Rendimiento en grano seco (**RtoGS**): se obtuvo a partir de las plantas cosechadas en los dos surcos restantes del área útil y se obtuvo el rendimiento en grano seco kg/ha⁻¹, con una humedad del 12%.

Para evaluar las enfermedades de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) y Ascochita (*Ascochyta pisi*) se utilizó una escala de valoración, adaptada de Tamayo (1995).

Oidio, Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*)

- 1:** C= Cero: cuando no se observe la presencia de la enfermedad.
- 2:** B= Bajo: cuando la enfermedad solo se observe en el tercio inferior de la planta
- 3:** M= Medio: cuando la enfermedad afecte solo hasta la mitad de la planta
- 4:** A= Alto: cuando la enfermedad se observe desde la parte de abajo de la planta hasta iniciar el tercio superior.

5: MA = muy alto: cuando la enfermedad se observe en los tres tercios de la planta.

Ascochita (*Ascochyta pisi*). La escala de evaluación fue de 1 a 5 en donde:

1= R= Resistente: no se observa la presencia de ninguna mancha producida por el patógeno en las plantas.

2= MR= Moderadamente Resistente: se observa la presencia poco frecuente de las manchas en la parte inferior de la planta y después de una cuidadosa observación.

3= MS= Moderadamente Susceptible: se observa la presencia de manchas frecuentes en las hojas y a veces en los tallos, en la parte inferior y media de la planta, algunas pocas vainas pueden tener el patógeno.

4= S= Susceptible: presencia muy frecuente de manchas en hojas y tallos, las manchas coalescen (se juntan), y la enfermedad avanza hasta el tercio superior afectando también las vainas.

5= AS= Altamente Susceptible: presencia de la enfermedad con síntomas de manchas en los tres tercios de la planta. Afectando hojas, tallos, vainas, las manchas coalescen hay defoliación, muchas vainas afectadas y en ocasiones algunas plantas se mueren por efecto de la enfermedad.

Análisis estadístico. Para los resultados de ciclo de cultivo, correspondientes a días a floración (DF), días a cosecha en verde (DCV) y días a cosecha en seco (DCS) se utilizó la estadística descriptiva. Las demás variables se sometieron a Análisis de Varianza individual y Combinado a través de localidades. Adicionalmente, para la variable rendimiento, se utilizó la metodología de adaptabilidad fenotípica propuesta por Eberharth y Russell (1966).

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu_i + \alpha_j + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ_i : Media general del genotipo o experimento i ($i = 1, 2, \dots, g$)

α_j = Respuesta lineal del genotipo i a la variación ambiental J

β_j = Índice ambiental ($j = 1, 2, \dots, a$), siendo

$$\beta_j = (Y_{.j}/g) - (Y_{..}/ga)$$

i_j = Desviación de la regresión

i_j = Error experimental promedio

De igual manera, para la misma variable (rendimiento) se realizó un análisis AMMI para observar gráficamente la adaptación de los genotipos evaluados en los diferentes ambientes. La selección de las líneas se efectuó con base en los resultados de los análisis estadísticos, teniendo en cuenta además, los resultados de la evaluación realizada por los agricultores (Anexo M). Para el análisis económico de los costos variables de producción de las líneas arbustivas seleccionadas (UN5174 y UN66449 y la variedad voluble más representativa de la zona (Obonuco Andina), se utilizó el método de presupuesto parcial de Perrin (1976), teniendo en cuenta el sistema de producción (tutorado y sin tutorar), los rendimientos de los tratamientos y el valor de su producción.

Se determinó la Tasa de Retorno Marginal TRM y las opciones de mayor viabilidad económica, entre los tratamientos no dominados del análisis de dominancia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIAS A FLORACIÓN (DF)

En la Tabla 7 se presentan los resultados de DF, en los 10 ambientes estudiados para el semestre A y B de 2009 observándose una gran variabilidad en los ambientes de Potosí¹, Gualmatán¹ y Pupiales¹ correspondientes al semestre A (Anexos L, O) con diferencias entre genotipos precoces y tardíos de 15 a 18 días, mientras que en los ambientes de Ipiales¹ y Puerres¹ se observó diferencias de 8 y 9 días entre los genotipos respectivamente.

Para el semestre A las líneas UN7085 y ILS3555 presentaron una floración más temprana en Potosí¹ con un valor de 47 y 48 DF respectivamente. Las líneas ILS3555 y ILS3556 fueron más precoces en el ambiente de Gualmatán¹ con 52 días y las líneas ILS3556, ILS3559 y ILS3555 mostraron floración temprana en el ambiente de pupiales¹ con promedios entre 50 y 53 días. En Ipiales las líneas ILS3555 y UN7093 mostraron los menores valores con 53 días y finalmente en Puerres¹ las líneas ILS3555 y UN7093 presentaron el menor valor para esta variable con 55 y 56 días.

En contraste, las líneas más tardías para el mismo semestre (semestre A) fueron UN6644 con 68 y 67 días, en Pupiales¹ y Gualmatán¹. Le sigue la línea ILS3576 en Potosí¹ e Ipiales¹ con 62 y 63 días respectivamente y finalmente el genotipo ILS3558 en Puerres¹ con 63 días.

En los cinco ambientes del semestre B la variabilidad fue menor y la diferencia de días entre los genotipos de estas localidades va de 8 a 10 días. En general, en los ambientes del semestre B las líneas fueron más tardías a floración que en el semestre A, con promedios para localidades que fluctuaron entre 55,90 y 60,10 días.

En este segundo semestre de 2009 la línea ILS3555 confirmó su precocidad, presentando una floración más temprana en las localidades de Potosí², Gualmatán², Ipiales² y Puerres², con valores que oscilaron entre 51 y 55 días.

Tabla 7. Días a floración para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

GENOTIPOS	LOCALIDADES									
	Poto1	Gual1	Pupi1	Ipi1	Pue1	Poto2	Gual2	Pupi2	Ipi2	Pue2
ILS3555	48	52	53	53	55	52	53	55	51	53
ILS3556	51	52	50	57	60	55	58	61	55	57
ILS3557	55	55	55	57	60	55	57	57	54	56
ILS3558	56	61	61	60	63	60	61	62	58	62
ILS3559	55	53	52	57	60	56	55	53	53	56
ILS3560	61	55	57	58	61	62	60	63	58	60
ILS3562	58	62	62	59	61	56	58	58	55	58
ILS3566	55	57	58	58	61	57	59	61	56	59
ILS3575	60	55	59	61	61	59	61	63	58	61
ILS3576	63	58	59	62	62	62	63	63	59	62
ILS3586	56	54	53	56	59	55	56	56	53	57
UN5171	60	57	58	58	60	60	61	61	59	61
UN5172	57	58	58	57	59	60	60	62	58	59
UN5173	58	60	63	58	59	59	60	63	57	60
UN5174	62	58	57	58	59	59	59	60	57	59
UN5175	50	55	54	54	56	56	57	61	55	57
UN6644	60	67	68	59	61	60	60	63	57	60
UN6653	60	60	60	57	59	60	59	61	56	59
UN7085	47	56	57	56	59	55	55	60	56	58
UN7093	56	57	59	53	56	56	54	59	53	56
Media	56,40	57,10	57,65	57,40	59,55	57,70	58,30	60,10	55,90	58,50
Rango	16	15	18	9	8	10	10	10	8	9
Desviación	4,52	3,65	4,18	2,33	2,01	2,74	2,66	2,92	2,25	2,31

Ambientes semestre A 2009: Poto1: Potosi1, Gual1: Gualmatán1, Pupi1: Pupiales1, Ipi1: Ipiales1, Pue1: Puerres1 Ambientes semestre B 2009: L6: Poto2: Potosi2, Gual2: Gualmatán2, Pupi2: Pupiales2, Ipi2: Ipiales2, Pue2: Puerres2

Se destacan por precocidad a floración aunque con menor consistencia, las líneas UN7093 en Gualmatán2 e Ipiales2 con 53 y 54 días, ILS3559 en Pupiales2 e Ipiales2 con 53 días y ILS3586 en Ipiales con 53 días (Tabla 7).

En el mismo semestre las líneas más tardías fueron: en Potosi2 ILS3560 y ILS3576 con 62 días; en Gualmatán2 la línea ILS3576 con 63 días, en Pupiales2 ILS3560, ILS3575, ILS3576, UN5173 y UN6644 con 63 días; en Ipiales2 las líneas ILS3576 y UN5171 con 59 días y finalmente en Puerres2 las líneas ILS3558 y ILS3576 con 62 días.

Se puede observar que la línea ILS3555 fue la más precoz a través de la mayoría de los ambientes y la línea ILS3576 la más tardía. La variabilidad expresada en este carácter para los materiales evaluados se ve influenciada por la variabilidad genética por la acción aditiva de los genes (González y Ligarreto, 2006). La consistencia de la precocidad de la línea ILS3555 así como la condición tardía de

ILS3576 a través de varios ambientes sugiere, que en estos genotipos los genes responsables de este carácter fueron poco afectados por el ambiente indicando una herencia del carácter más cualitativa.

Al respecto, Snoad y Arthur (1974) indican que la fecha de principio de floración en guisante, es un carácter controlado genéticamente de forma sencilla, de gran importancia para predecir las fechas de recolección.

Por otra parte French y Kan (1997) han constatado una alta correlación negativa entre la fecha de floración y la duración de la floración. Parece ser que en la duración de la floración predomina el control genético sobre el control ambiental.

De acuerdo con el análisis de suelos (Tablas 3 y 4) las condiciones edafológicas especialmente la disponibilidad de nutrientes fue similar en los ambientes evaluados, por lo tanto, no se puede atribuir las diferencias en floración a la nutrición de las plantas. El comportamiento mostrado por las líneas cultivadas en los diferentes ambientes coincide con los estudios realizados por otros autores. Por ejemplo, en ensayos realizados por Quevedo y Sánchez (1988) se hace referencia a la variedad Trend de uso industrial con 46 días a floración; el mismo material fue evaluado por Garzón Y Gasca (1990) en condiciones adversas en el tiempo, lugar y espacio, presentando una apertura floral de 51 días. Las diferencias presentes en el periodo de floración, que se encuentran entre variedades pueden relacionarse con su constitución genética y alguna influencia ambiental, mientras que si la diferencia ocurre en la misma variedad estas, pueden obedecer a cambios en las condiciones edafológicas y climáticas bajo las cuales se realizó el experimento (González y Ligarreto 2006).

Así mismo, dicho comportamiento coincide con los estudios realizados por González y Ligarreto (2006) Moreno y Dilmar (1987) al comparar ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva bajo sistema de agricultura protegida donde la variable DF mostró diferencias altamente significativas

Ensayando cultivares y líneas avanzadas de mejora en distintos ambientes, Moore y O' Brien (1997) estudiaron el efecto interactivo de las temperaturas y la duración de la floración sobre el rendimiento del grano. Los rendimientos altos se obtuvieron en los cultivares que florecieron durante más tiempo.

La respuesta fenológica del guisante al estrés hídrico durante la floración ha sido estudiada por Ney *et al.*, (1994) observaron que el estrés hídrico temprano no modificaba el desarrollo de la planta, salvo para la progresión de la floración a lo largo del tallo, la cual se detenía prematuramente; también sugieren que la planta responde a la sequía reduciendo el número de semillas o movilizándolo sus reservas para mantener una velocidad de crecimiento de la semilla constante.

La precocidad a floración presentada por la línea ILS3555 con valores entre 51 y 55 días confirman los resultados de Calderón Bran *et al.*, (2000), que sugieren que las variedades enanas precoces inician la floración a los 55 días y en las gigantes a los 60 días.

De acuerdo con Inat-Corpoica, 2000; ICA, 1993, la arveja es muy sensible a la escasez de agua sobre todo en las etapas de crecimiento e inicio de la floración, por tanto se requieren hasta 100 mm a los 51 días que corresponde a la etapa de desarrollo. Los datos de precipitación en los primeros dos meses de cultivo en los ambientes evaluados se aproximaron a los requerimientos anteriormente mencionados los cuales oscilaron entre 130,6 a 213,4 mm a excepción de los ambientes de Potosí² e Ipiales¹ con 54 y 79,3 mm, en los ambientes de Pupiales 1 y 2 no se registran datos de precipitación; sin embargo, no se observan diferencias superiores a cinco DF entre las medias de las localidades. Se puede deducir que los genotipos llegaron a la floración con una disponibilidad hídrica normal.

4.2 DÍAS A COSECHA EN VERDE (DCV)

En días a cosecha en verde se observó mayor variación para los ambientes del semestre A (2009) con diferencia entre genotipos de 9 a 14 días, respecto a los ambientes del semestre B cuyas diferencias oscilaron entre 10 a 13 días. En general para el semestre B de 2009 se presentó una reducción en el número de días a cosecha en verde en relación al semestre A (Tabla 8), lo cual también fue observado en días a floración.

Los resultados del semestre 2009 A indican que las líneas con mayor precocidad en Potosí¹ fueron UN5174 y UN5175; en Gualmatán¹ las líneas ILS3559 y UN5174 y en Ipiales¹ las líneas ILS3555, UN5175 y UN7093. Estas líneas necesitaron 108 días para cosecha en verde en los ambientes mencionados. En Pupiales¹ las líneas más precoces fueron ILS3555, ILS3556, ILS3559 y UN5175 con 106 días. Finalmente en Puerres¹ la mayor precocidad se observó en la línea UN5175 con 110 días (Tabla 8).

Las líneas más tardías para el semestre A de 2009 fueron UN5173 en Gualmatán¹ e ILS3576 en Puerres¹ con 121 días. Les sigue la línea UN6644 en Pupiales¹, con 120 días; ILS3576 con 118 días en Ipiales¹ y finalmente las líneas ILS3576 y UN6644 con 117 días en Potosí¹.

En el segundo semestre de 2009 la línea UN5175 fue la más precoz en Ipiales², Pupiales² y Gualmatán² con 100, 102 y 104 días respectivamente, en Potosí² la línea ILS3555 con 106 días y finalmente en Puerres² las líneas ILS3555 y UN5175 con 106 y 107 días mostraron la mayor precocidad (Tabla 8).

Tabla 8. Días a cosecha en verde para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

GENOTIPOS	LOCALIDADES									
	Poto1	Gual1	Pupi1	Ipi1	Pue1	Poto2	Gual2	Pupi2	Ipi2	Pue2
ILS3555	109	113	106	108	113	106	110	105	104	106
ILS3556	110	112	106	113	113	110	111	107	106	110
ILS3557	112	116	110	112	115	111	112	108	106	110
ILS3558	113	114	115	114	115	112	113	111	110	113
ILS3559	109	108	106	111	111	108	107	105	105	109
ILS3560	115	116	112	114	118	112	113	111	109	112
ILS3562	115	114	113	115	116	112	112	110	110	113
ILS3566	114	114	111	113	113	111	111	110	109	111
ILS3575	115	117	111	116	118	113	115	112	111	114
ILS3576	117	116	110	118	121	116	113	110	109	113
ILS3586	113	114	109	112	116	115	112	111	110	116
UN5171	115	116	113	114	117	114	114	112	110	115
UN5172	113	114	112	112	117	112	112	110	109	113
UN5173	115	121	117	114	118	115	116	114	113	116
UN5174	108	108	112	113	111	112	110	108	106	110
UN5175	108	111	106	108	110	110	104	102	100	107
UN6644	117	120	120	115	117	116	117	115	112	114
UN6653	116	116	113	113	118	117	114	112	110	115
UN7085	109	111	111	111	111	113	111	110	107	111
UN7093	114	113	110	108	115	113	112	109	107	111
Media	112,85	114,20	111,15	112,70	115,15	112,40	111,95	109,60	108,15	111,95
Rango	9	13	14	10	11	11	13	13	13	10
Desviación	3	3,32	3,66	2,62	3	2,72	2,91	3,12	3,05	2,78

Ambientes semestre A 2009: Poto1: Potosí1, Gual1: Gualmatán1, Pupi1: Pupiales1, Ipi1: Ipiiales1, Pue1: Puerres1. Ambientes semestre B 2009: L6: Poto2: Potosí2, Gual2: Gualmatán2, Pupi2: Pupiales2, Ipi2: Ipiiales2, Pue2: Puerres2

Las líneas más tardías para el 2009B fueron: UN6644, UN6653 y ILS3576 en Potosí2 con 117, 116 y 116 días respectivamente; UN6644 en Gualmatán2 con 117 días; ILS3586, UN5173 y UN6653 en Puerres2 con 116, 116 y 115 días; UN6644 y UN5173 en Pupiales2 con 115 y 114 DCV y finalmente UN5173 y UN6644 en Ipiiales2 con 113 y 112 días (Tabla 8).

La línea UN5175 mostró su precocidad en la mayor parte de los ambientes con los valores más bajos para DCV que oscilaron entre 100 y 110 días. Por su parte, la línea ILS3555 con valores entre los 106 a 108 días y la línea ILS3559 con valores entre 106 a 111 DCV se mostraron siempre dentro del grupo de las más precoces. Estas dos líneas (ILS3555 e ILS3559) fueron consistentes en su precocidad manifestada desde la etapa de floración.

La línea UN6644 con un rango entre 112 y 120 días es la que presenta los valores más altos para DCV en la mayoría de las localidades. Seguida de la línea UN5173

con 113 a 121 días y ILS3576 con valores entre 116 y 121 días. Estas líneas también manifestaron su condición tardía en días a floración.

Teniendo en cuenta los datos anteriores se puede observar que hay una tendencia similar en cuanto a los días para cosecha en verde de la presente investigación (100 a 120 días) y los resultados de los ensayos a campo abierto realizados por el Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia CAM, que mostraron la madurez comercial de materiales de arveja entre los 93 y 115 días después de la siembra (Galindo y Clavijo, 2009).

Los genotipos evaluados presentaron valores similares en días a cosecha en verde respecto a otros materiales descritos por Cabanillas Santa Cruz, et al., (2008) en la variedades mejoradas como Inia103 Remate, Inia Usui, Alderman, Rondo, difiriendo de estas en la altura y rendimiento. Sin embargo los resultados de días a cosecha en verde obtenidos en este estudio, son superiores a los observados por Pacheco y Vergara (2005) en una muestra de materiales de arveja, quienes obtuvieron la cosecha entre 79 y 99 días después de la siembra, dependiendo del material de arveja. Lo anterior sugiere diferencias en la constitución genética de los genotipos evaluados.

4.3 DÍAS A COSECHA EN SECO (DCS)

Para la variable días a cosecha en seco (DCS) se conserva la tendencia observada en días a floración y días a cosecha en verde, al presentarse mayor variación en las localidades del semestre A con diferencias máximas entre 18 y 20 días, frente a las localidades del semestre B que presentaron diferencias comprendidas entre 12 y 16 días entre líneas precoces y tardías (Tabla 9).

En el semestre A, las líneas más precoces fueron ILS3557, UN5171 y UN5174 en Potosí1 con 129 días; ILS3557, UN5171 y UN5174 en Gualmatán1 con 130, 130 y 132 días; ILS3557, UN5171 y UN5174 en Pupiales1 e Ipiales1 con 131 y 130 días respectivamente y finalmente las líneas UN5174, ILS3557 y UN5171 en Puerres1 con 131, 132 y 133 días respectivamente (Tabla 9).

En el mismo semestre las líneas más tardías fueron: en Potosí1 UN5173 con 148 días, ILS3576 con 147 días y ILS3575, ILS3586 y UN6644 con 146 días; en Gualmatán1 UN5173 y ILS3576 con 150 días, en Pupiales1 ILS3576 con 149 días y UN5173 con 148 días; en ipiales1 ILS3576 con 149 días y finalmente en Puerres1 la línea ILS3576 con 151 DCS.

Para el semestre B las líneas más precoces fueron: UN5174, UN5171 y UN5175 en Potosi2 con 124, 125 y 126 DCS respectivamente; UN5174 y UN5171 en Gualmatán2 con 128 días y UN5175 en la misma localidad con 129 días; UN5174 con 126 días y UN5171, UN5175 y ILS3557 en Pupiales2 con 128 días; UN5174 y

UN5171 en Ipiales2 con 124 días y UN5175 con 126 días; finalmente las líneas UN5174 y UN5171 en Puerres2 con 130 días y UN5175 y ILS3557 con 132 días en el mismo ambiente.

Se puede observar que en los dos semestres de evaluación las líneas UN5174 y UN5171 fueron las más precoces en todos los ambientes, les siguen las líneas ILS3557 en el 70% de los ambientes y UN5175 en el 50% del total de los ambientes evaluados. Las líneas UN5174 y UN5175 fueron consistentes mostrando su condición de precocidad tanto en días a cosecha en verde como en días a cosecha en seco.

Las líneas ILS3555 e ILS3559 que hasta DCV estuvieron entre las de mayor precocidad, perdieron tal condición en la evaluación de días a cosecha en seco, presentando una diferencia con las más precoces de 8 a 14 días, lo cual sugiere que los genes que controlan los días a floración pueden ser diferentes a los genes que condicionan los días a cosecha en seco, además este último carácter puede presentar variaciones si el tiempo para la cosecha en seco es de verano o invierno, lo cual puede reducir o alargar el secamiento de los granos y las vainas.

En el semestre B de 2009 las líneas más tardías fueron: en Potosí2 UN5172 con 140 días, ILS3576 y UN5173 con 139 días; en Gualmatán2 UN5173 con 142 días, ILS3576 y UN6644 con 141 días; en Pupiales2 UN5173 con 140 días; ILS3555 y UN5172 con 139 días, en Ipiales2 UN5173, UN5172, ILS3576 y UN7085 con 136 días, finalmente en Puerres2 UN5172 con 142 días.

Tabla 9. Días a cosecha en seco para 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

GENOTIPOS	LOCALIDADES									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
ILS3555	141	142	143	142	144	138	140	139	134	140
ILS3556	143	144	145	143	146	131	138	134	131	136
ILS3557	129	130	131	130	132	127	130	128	127	132
ILS3558	142	141	142	140	144	136	139	136	129	138
ILS3559	137	138	137	135	140	127	132	130	127	134
ILS3560	145	147	147	147	149	131	138	135	130	140
ILS3562	141	142	143	142	144	127	138	135	130	138
ILS3566	145	144	147	145	149	132	138	135	132	140
ILS3575	146	146	146	144	148	134	138	135	132	138
ILS3576	147	150	149	149	151	139	141	138	136	139
ILS3586	146	147	147	145	148	134	138	134	132	136
UN5171	129	130	131	130	133	125	128	128	124	130
UN5172	144	145	145	142	146	140	140	139	136	142
UN5173	148	150	148	145	149	139	142	140	136	140
UN5174	129	132	131	130	131	124	128	126	124	130
UN5175	134	137	135	133	137	126	129	128	126	132
UN6644	146	147	147	145	149	134	141	138	134	140
UN6653	145	147	145	145	147	137	139	138	134	140
UN7085	143	144	143	143	147	138	140	138	136	138
UN7093	139	141	141	139	144	135	138	138	132	140
Media	140,95	142,2	142,15	140,7	143,9	132,7	136,75	134,6	131,1	137,15
Rango	19	20	18	19	20	16	14	14	12	12
Desviación	6,19	6,05	5,93	5,92	6,09	5,19	4,58	4,32	3,92	3,66

Ambientes semestre A 2009: Poto1: Potosi1, Gual1: Gualmatán1, Pupi1: Pupiales1, Ipi1: Ipiales1, Pue1: Puerres1. Ambientes semestre B 2009: L6: Poto2: Potosi2, Gual2: Gualmatán2, Pupi2: Pupiales2, Ipi2: Ipiales2, Pue2: Puerres2

Análisis de Varianza: el Análisis de Varianza combinado mostró diferencias significativas tanto para los genotipos, los ambientes y la interacción genotipos x ambiente para todas las variables (Tabla 10).

La significancia de la interacción indica que existe un comportamiento diferencial de los genotipos a través de las localidades, por lo tanto la comparación de promedios se hizo en forma individual para cada localidad (Tabla 10).

4.4 ALTURA DE PLANTAS (AP)

Los resultados de AP de plantas (Tabla 11) permiten observar que en los ambientes correspondientes al semestre A se registraron los valores más altos

respecto a los ambientes del semestre B exceptuando la localidad de Pupiales1, que presentó el promedio más bajo.

En Potosí1 las líneas ILS3556 con 139,33 cm y UN7085 con 135,33 cm fueron las de mayor altura superando al 85 % de las líneas evaluadas. Le siguen la línea UN5172 con 124,33 cm, mientras que la línea ILS3576 fue la de menor altura con 31,66 cm. En Gualmatán1 ILS3556 con 140,66 cm y UN5172 con 122,33 fueron las más altas, superando al 80 % de los materiales evaluados, mientras que ILS3586, UN5173, UN5174, UN5175, UN7093 con promedios entre 74,33 y 49,33 cm fueron las de menor porte.

En Pupiales1 la línea UN5172 con 77,33 cm se destacó por su altura, al superar al 65% de las líneas evaluadas; le sigue UN7085 con 66 cm, la cual superó a cuatro de las 20 líneas en estudio. Por su parte ILS3576 con 34,66 cm, fue la más baja seguida de ILS3586 con 40,66 cm.

Tabla 10. Cuadrados medios para nueve variables estudiadas en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

F.V.	GL	ALT	NVPL	PVV	LVV	NGV	P100GV	RTOGVHa	P100GS	RTOGSHa
GENOTIPOS	19	11369,94**	335,27**	19,02**	55,8**	10,09**	796,48**	7335038**	271,41**	3811726**
AMBIENTES	9	11415,88**	1392,21**	51,67**	3,96**	6,74**	2200,88**	118677331**	91,24**	10462298**
GENOxAMB	171	505,28**	77,67**	1,57**	0,42**	0,82**	70,75**	3384066**	10,41**	557034**
ERROR	380	94,54	23,46	0,46	0,23	0,32	27,13	1244584	2,23	175708
CV		12,39	19,93	12,14	6,35	9,10	11,47	23,44	8,38	22,53

ALT= altura de planta en cm; NVPL= número de vainas por planta; PVV= peso de vainas verdes; LVV= longitud de vainas verdes; NGV= número de granos por vaina; P100GV= peso de 100 granos verdes; RTOGVHa= rendimiento grano verde por hectárea (kg/Ha); P100GS= peso de 100 granos secos; RTOGSHa= rendimiento grano seco por hectárea (Kg/Ha).

En Ipiales¹ las líneas ILS3556, UN5172 y UN7085 con 156,66, 155,33 y 152 cm respectivamente, presentaron las máximas alturas, perdiendo el porte de planta arbustiva, que según Buitrago (2006) corresponde a 70 cm; por su parte ILS3586 con 58,66 cm, seguida de ILS3555 con 67,66 cm fueron las más bajas. En Puerres¹ ILS3556 con 130,33 cm alcanzó la mayor altura superando significativamente a las demás líneas. Le sigue UN5172 con 127 cm; caso contrario ILS3586 con 54,33 cm presentó la menor altura.

En Potosí² ILS3556 con 99 cm fue la más alta, con diferencias significativas sobre el 55% de las líneas evaluadas. ILS3555 con 95 cm, mostró mayor altura sobre el 40% de las líneas. Las líneas de menor altura fueron UN5175, UN6653, UN6644, UN7093, ILS3576 con rangos entre 39,33 y 48,67 cm respectivamente. En Gualmatán² las líneas ILS3556 y UN5172 con 120,66 y 120 cm respectivamente presentaron los valores más altos superando al 75% de las líneas, mientras que ILS3586 con 48 cm fue la más baja, siendo superada por el 70% de las líneas estudiadas.

En Pupiales² ILS3555 y UN7085 con 170,33 cm alcanzaron la mayor altura, les sigue UN5172 con 137,33 cm, ILS3556 con 107,33 y UN5174 con 107 cm. la línea ILS3560 con 48,33 cm presentó la menor altura. En Ipiales² ILS3556 con 112,33 cm mostró mayor altura sobre 16 de las 20 líneas en evaluación, le sigue ILS3555 con 95 cm, y las líneas UN5172 y UN7085 con 90 cm; la línea UN5175 con 39,33 cm presentó el menor valor.

En Puerres² ILS3556 con 127 cm presentó la mayor altura sobre el 65% de las líneas, seguida de UN5172 con 123,33 cm, que superó en altura al 60% de las líneas, por su parte ILS3586 con 54,33 cm presentó la menor altura.

En la mayoría de los ambientes la línea ILS3556 presenta las mayores alturas con valores entre 99 y 156,66 cm, mientras que la línea ILS3586 con valores que oscilan entre 48 y 58,6 cm es la más baja en el 50% de los ambientes evaluados.

Tabla 11. Comparación de promedios para altura de plantas en 20 líneas de arveja arbustiva para diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

LOCALIDAD																					
VARIABLE ALTURA (ALT)																					
Genotipo	Poto 1		Gualma 1		Pupi 1		Ipi 1		Pue 1		Poto 2		Gualma 2		Pupi 2		Ipi 2		Pue 2		Media genotipo
ILS3355	63,667	h	107,667	bc	48,0	bcde	67,667	ef	100,0	abcd	95,0	ab	103,333	ab	170,333	a	95,0	ab	102,0	abcd	95,26
ILS3556	139,333	a	140,667	a	58,0	abcd	156,667	a	130,33	a	99,0	a	120,667	a	107,333	c	112,333	a	127,0	a	119,13
ILS3557	93,667	cdef	67,333	ef	57,333	abcd	86,333	cde	71,33	cde	60,0	abcd	64,667	def	68,667	gh	56,0	cde	66,0	de	69,13
ILS3558	97,0	cde	71,333	ef	48,0	bcde	97	bcd	81,67	cde	55,33	cd	80,0	dc	79,667	efg	55,333	de	75,67	cde	74,00
ILS3559	108,333	bc	109,667	bc	63,333	abc	117	b	99,67	abcd	74,33	abcd	102,667	ab	97,333	cd	77,667	bcd	97,0	abcd	94,70
ILS3560	74,333	efgh	57,00	ef	43,333	cde	72	def	84,33	bcde	66,67	abcd	56,667	ef	48,333	i	66,667	bcde	82,0	cde	65,13
ILS3562	66,667	gh	58,00	ef	49,0	bcde	72,667	def	71,67	cde	57,67	bcd	56,667	ef	72,333	fg	57,667	cde	69,67	de	63,20
ILS3566	72,0	fgh	96,667	dc	57,0	abcd	89,333	cde	95,67	abcde	64,0	abcd	90,333	bc	71,0	fg	64,0	bcde	91,67	abcde	79,16
ILS3575	75,667	defgh	77,00	de	41,667	cde	79,667	def	75,67	cde	54,67	cd	74,0	cde	90,0	de	54,667	de	73,0	de	69,60
ILS3576	31,667	i	64,667	ef	34,667	e	84,333	cdef	92,33	abcde	48,67	d	63,667	def	77,0	efg	48,667	de	88,67	abcde	63,43
ILS3586	62,667	h	49,333	f	40,667	de	58,667	f	54,33	e	58,0	bcd	48,0	f	56,0	hi	54,667	de	54,33	e	53,66
UN5171	98,333	dc	65,333	ef	51,0	bcde	97	bcd	79,33	cde	53,0	cd	62,667	def	82,333	ef	53,0	de	74,67	cde	71,66
UN5172	124,333	ab	122,333	ab	77,333	a	155,333	a	127,0	ab	90,0	abc	120,0	a	137,333	b	90,0	abc	123,33	ab	116,70
UN5173	96,333	cde	74,333	de f	61,0	abcd	108,667	bc	102,33	abcd	73,33	abcd	70,333	de	86,333	de	73,333	bcde	94,67	abcd	84,06
UN5174	76,0	defgh	72,667	def	51,0	bcde	79	def	88,67	abcde	58,67	bcd	70,667	de	107,0	c	58,667	cde	85,0	bcde	74,73
UN5175	78,667	defgh	72,333	def	52,0	bcde	80	def	62,67	de	39,33	d	68,0	de	78,333	efg	39,333	e	62,67	de	63,33
UN6644	85,667	cdefgh	72,00	def	50,667	bcde	92,333	bcde	74,33	cde	47,33	d	68,667	de	69,0	fgh	47,333	de	77,67	cde	68,50
UN6653	69,667	gh	68,667	ef	46,333	bcde	75,333	def	66,67	de	45,67	d	67,0	de	76,667	efg	45,667	de	66,0	de	62,76
UN7085	135,333	a	110,333	bc	66,0	ab	152	a	114,0	abc	90,0	abc	103,0	ab	170,333	a	90,0	abc	113,0	abc	114,40
UN7093	87,667	cdefg	73,667	def	51,0	bcde	84,667	cde	68,33	de	47,67	d	70,333	de	69,333	fgh	47,667	de	64,33	de	66,46
DMS Tukey	23,66		25,188		22,02		25,936		43,40		39,64		18,49		13,504		34,581		39,75		
Media Loc	86,850BC		81,550CD		52,367F		95,283A		87,017BC		63,917E		78,067D		90,733AB		64,383E		84,367C		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Si bien los materiales evaluados se recibieron como líneas arbustivas, en el presente estudio mostraron diferencias en este carácter; lo anterior sugiere que la altura de las líneas evaluadas, se vio influenciada por las variaciones ambientales. Si se relacionan los resultados de altura con la disponibilidad hídrica, se pudo observar que en los ambientes con menor precipitación en la primera etapa de desarrollo, los genotipos presentaron el porte más bajo.

De acuerdo con la altura, en arveja se distinguen plantas de porte bajo, determinadas o enanas de 50 a 70 cm de altura, intermedias o semideterminadas de 70 a 100 cm y altas, indeterminadas o volubles de más de 100 hasta 300 cm, Buitrago (2006).

Con base en la anterior clasificación los 20 genotipos evaluados presentan porte arbustivo, semi arbustivo y voluble (Tabla 12).

Tabla 12. Clasificación de las líneas evaluadas por su altura de acuerdo con la escala propuesta por Buitrago 2006.

LOCBLIDBD										
Genotipo	Poto 1	GuBlmB 1	Pupi 1	Ipi 1	Pue 1	Poto 2	GuBlmB 2	Pupi 2	Ipi 2	Pue 2
ILS3355	B	A	B	B	I	I	A	A	I	A
ILS3556	A	A	B	A	A	I	A	A	A	A
ILS3557	I	B	B	I	I	B	B	B	B	B
ILS3558	I	I	B	I	I	B	I	I	B	I
ILS3559	A	A	B	A	I	I	A	I	I	I
ILS3560	I	B	B	I	I	B	B	B	B	I
ILS3562	B	B	B	I	I	B	B	I	B	B
ILS3566	I	I	B	I	I	B	I	I	B	I
ILS3575	I	I	B	I	I	B	I	I	B	I
ILS3576	B	B	B	I	I	B	B	I	B	I
ILS3586	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
UN5171	I	B	B	I	I	B	B	I	B	I
UN5172	A	A	I	A	A	I	A	A	I	A
UN5173	I	I	B	A	A	I	B	I	I	I
UN5174	I	I	B	I	I	B	B	A	B	I
UN5175	I	I	B	I	B	B	B	I	B	B
UN6644	I	I	B	I	I	B	B	B	B	I
UN6653	B	B	B	I	B	B	B	I	B	B
UN7085	A	A	B	A	A	I	A	A	I	A
UN7093	I	I	B	I	B	B	B	B	B	B

B: Baja I: Intermedia A: Alta

De acuerdo con la Tabla 12 se puede observar que las líneas ILS3555, ILS3559, UN5173 y UN5174, presentaron los tres portes: bajo, intermedio y alto, lo cual indica que en estas líneas las condiciones ambientales tuvieron un alto efecto sobre la altura de las plantas. Al respecto Makasheva R (1983), afirma que la

longitud del tallo de la planta de arveja en una misma variedad puede variar ampliamente dependiendo de las condiciones de crecimiento (suelo, clima, manejo agronómico, localización geográfica).

La línea ILS3586 fue la única que mantuvo su condición de crecimiento arbustivo en los diez ambientes, las demás líneas varían en menor grado entre localidades.

La variación en los resultados de altura obtenidos, que muestran algunos genotipos con comportamiento arbustivo constante y otros cuya altura es cambiante pasando de arbustivas a semiarbustivas y a volubles, sugiere que es posible que en la expresión del carácter altura de planta, estén involucrados uno o pocos genes mayores con poca interacción con el ambiente y genes menores de herencia cuantitativa que son altamente afectados por el ambiente respectivamente.

De acuerdo con los promedios de altura de las líneas evaluadas en los diez ambientes se puede determinar que al menos en el 50% (10) de los materiales evaluados predominaron sus características de porte bajo con valores que llegaron hasta los 70 cm de altura, estas líneas fueron: ILS3562, ILS3557, ILS3576, ILS3586, UN5175, ILS3560, ILS3575, UN6644, UN6653 y UN7093 (Tabla 11).

De este grupo sobresale la línea ILS3575 por su arquitectura y tipo de follaje afilo que presentó ventajas sobre las otras líneas que tienen tipo de hoja convencional. La característica de follaje afilo, está dada por la presencia del gen recesivo afila que reemplaza las hojas laterales por zarcillos.

El follaje afilo permitió una mejor distribución de las plantas en el terreno, mayor resistencia al tendido, las plantas se mantuvieron erguidas por más tiempo debido al entrelazamiento de unas plantas con otras a través de sus zarcillos, menor presencia de enfermedades fungosas, facilitando las labores de cosecha y el rendimiento no se vio afectado por esta condición.

Lo anterior coincide con los estudios realizados por Mera et al., 2007 donde la tendadura de variedades de arveja se presentó más temprano en las variedades de follaje convencional, mientras que la tendadura se retardó y fue menos severa, en los materiales de follaje áfido. Las variedades de follaje áfido son más resistentes a la tendadura temprana y tienen buenas posibilidades de producir vainas limpias, que no entran en contacto con el suelo, pudiendo ser una opción adicional para el mercado fresco.

En la categoría de semiarbustivas se encuentra el 35% de los genotipos: ILS5173, UN5174, ILS3558, ILS3566, ILS3559, ILS3555 y UN5171 con valores que llegaron a los 100 cm de altura, este tipo de líneas requieren un manejo alternativo con semitutorados y manejo de distancias de siembra adecuadas.

Finalmente las líneas ILS3556, UN5172 y UN7085 superaron los 100 cm de altura clasificándose como líneas altas, las cuales requerirán otras prácticas de manejo a través de sistemas de tutorados para evitar su postramiento.

De acuerdo con Mera *et al.*, (2007) la excesiva altura de planta es una característica indeseable, sin embargo, se puede producir bien con estructuras de sostén, en pequeñas superficies y con una cosecha parcializada.

La temperatura fue un poco más elevada en el segundo semestre durante los tres primeros meses de cultivo respecto al ciclo A, mientras que hubo mayor diferencia en la precipitación siendo superior en los tres primeros meses del semestre A (277 mm) respecto al semestre B (169,3 mm) esto indica que la precipitación incidió más en el desarrollo de las plantas. En estudios realizados por Acikgoz *et al.*, 2009 las condiciones de temperatura y la humedad a principios de la primavera favorecieron el desarrollo vegetativo del cultivo del guisante.

Por otra parte es bien sabido que los guisantes son sensibles a las altas temperaturas y la sequía, especialmente durante la floración. El estrés por calor y la insuficiencia de agua provocó el aborto inmediato de los órganos reproductores y el número de semillas se reduce (Davies *et al.*, 1985; Guilioni *et al.*, 2003).

La temperatura además de afectar el desarrollo fenológico de la planta, también afecta directamente el crecimiento en cuanto altera la respuesta de las enzimas que intervienen en la fotosíntesis (Bernacchi *et al.*, 2001; Farquhar *et al.*, 1980; Farquhar *et al.*, 2001).

Armstrong y Pate (1994) evaluaron el desempeño reproductivo de los seis genotipos de guisante de campo, que difieren en el tipo de hoja y hábito de crecimiento, en tres localidades en el oeste de Australia. El rendimiento de semillas se incrementó en los lugares dependiendo de las precipitaciones durante la temporada de cultivo.

4.5 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTAS (NVP).

La localidad de Potosí1 presentó el mayor promedio para la variable número de vainas por planta con 33,81 vainas, seguida de Gualmatán1 con 27,83, Pupiales1 con 27,65, Potosí2 con 26,18 y los menores valores se presentaron en Ipiales2 con 17,46, seguida de Ipiales1 con 19,73 vainas (Tabla 13) .

En Potosí1 ILS3576 con 59 vainas por planta superó significativamente a las líneas ILS3555, ILS3557, ILS3558, ILS3575, UN5174, UN5175, UN6653 con promedios entre 19 y 29,33 vainas por planta. Las demás líneas oscilaron entre 48,33 y 31,33 vainas por planta. En Gualmatán1 UN5173 con 45,66 vainas superó significativamente al resto de las líneas exceptuando a ILS3566 con 38 vainas.

Las demás líneas oscilaron entre 34 y 16 vainas por planta. La línea UN7093 con 16,33 vainas presentó el menor valor, le siguen las líneas UN6653, UN5172, con 18,66 y UN5175 con 19 vainas (Tabla 13).

En Pupiales1 UN7085 con 38,33 vainas mostró un promedio superior a UN6653, ILS3558, UN5175 e ILS3555 con 18, 21, 21. 66 y 23 respectivamente, siendo las líneas con el menor número de vainas. Las demás oscilaron entre 34,0 y 23,66 vainas por planta. Por otra parte en Ipiales1 la línea ILS3556 con 31,33 vainas por planta, presentó diferencias significativas respecto a las líneas ILS3555, ILS3562, ILS3575, UN5172, ILS3558, UN5171, UN5175 y UN6653 que oscilaron entre 13 y 16,33. Las demás líneas presentaron promedios entre 17,66 y 29,67 vainas por planta.

En Puerres1 ILS3586 presentó el mayor valor con 33,33 vainas superando estadísticamente a las líneas ILS3560, ILS3557, ILS3558, ILS3566, ILS3576, UN5173, UN5174, UN7093 con valores que oscilaron entre 16 y 23,66 vainas por planta.

En Potosí2 ILS3576 con 47,66 vainas superó estadísticamente al resto de líneas con excepción del genotipo ILS3586 que presentó un valor de 37 vainas. Las demás líneas estuvieron por debajo de 37,1 vainas por planta. La línea ILS3557 con 17,33 vainas obtuvo el menor valor (Tabla 13).

En Gualmatán2 las medias oscilaron entre 16,66 y 26,66 vainas por planta sin diferencias significativas entre las líneas evaluadas. En Pupiales2 UN7085 registró el valor más alto con 38 vainas por planta superando estadísticamente a las líneas ILS3557, ILS3559, ILS3566, ILS3575, UN5171, UN5174, que presentaron valores que oscilaron entre 19 y 21 vainas. El resto de líneas que corresponde al 70% presentaron promedios similares entre sí (Tabla 13).

En Ipiales 2 ILS3576 con 23.33 e ILS3556 con 23 superaron estadísticamente a las líneas ILS3562 y ILS3575 con 11,33 y 12,66 vainas respectivamente. El resto de líneas no mostraron diferencias entre sí. En Puerres2 UN5172 con 29,66 vainas por planta, superó al 70% de las líneas evaluadas. Por su parte UN7085 con 25,86 vainas por planta presentó diferencias sobre ILS3558, ILS3560, ILS3566, UN5171 que estuvieron por debajo de 17,1 vainas por planta.

Tabla 13. Comparación de promedios para número de vainas por planta en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.

Genotipo	LOCALIDAD																				Media Genotipo																												
	Poto 1					Gualma 1					Pupi 1					Ipi 1						Pue 1					Poto 2					Gualma 2					Pupi 2					Ipi 2					Pue 2		
ILS3355	25,333	b	25,33	cdef	23,0	bc	14	c	30,0	abcd	25,333	cdef	26,667	a	29,333	ab	21,667	ab	24,0	abc	24,46																												
ILS3556	39,667	ab	29,00	bcd	28,0	abc	31,333	a	25,667	abcde	34,0	bc	22,667	a	22,0	ab	23,0	a	21,667	bcde	27,70																												
ILS3557	28,667	b	24,66	def	23,667	abc	18,333	abc	20,333	ef	16,333	f	18,667	a	20,333	b	18,333	abc	20,333	bcdef	20,96																												
ILS3558	19,0	b	29,33	bcd	21,00	bc	16,333	bc	18,333	ef	29,0	bcd	19,333	a	28,333	ab	14,0	abc	17,0	cdef	21,16																												
ILS3559	38,0	ab	30,33	bcd	24,333	abc	17,667	abc	25,333	abcdef	19,0	def	18,333	a	19,333	b	18,333	abc	21,333	bcde	23,20																												
ILS3560	31,667	ab	24,66	def	23,667	abc	21	abc	16,0	f	26,0	cdef	21,333	a	22,667	ab	18,333	abc	13,0	f	21,83																												
ILS3562	48,333	ab	24,66	def	29,0	abc	13	c	33,0	ab	17,333	ef	21,0	a	22,0	ab	11,333	bc	23,0	abcd	24,26																												
ILS3566	32,667	ab	38,00	ab	30,333	abc	29,667	ab	18,333	ef	18	ef	24,667	a	19,0	b	18,0	abc	16,333	def	24,50																												
ILS3575	28,667	b	27,33	cde	29,667	abc	13,333	c	25,0	abcdef	32,667	bc	22,333	a	20,667	b	12,667	bc	22,333	abcd	23,46																												
ILS3576	59,0	a	32,33	bcd	30,0	abc	24,667	abc	18,667	ef	47,667	a	26,667	a	26,667	ab	23,333	a	21,667	bcde	31,06																												
ILS3586	35,667	ab	31,00	bcd	31,667	abc	26,333	abc	33,333	a	37,0	ab	21,0	a	29,667	ab	21,0	abc	23,333	abcd	29,00																												
UN5171	42,333	ab	32,33	bcd	31,333	abc	16,333	bc	24,667	abcdef	18,667	def	20,667	a	19,667	b	16,0	abc	20,0	bcdef	24,20																												
UN5172	38,667	ab	18,66	ef	34,0	ab	14,333	c	32,667	ab	25,667	cdef	18,667	a	22,667	ab	15,667	abc	29,667	a	25,06																												
UN5173	34,333	ab	45,66	a	32,667	abc	26	abc	23,0	cdef	24,0	cdef	25,667	a	22,333	ab	22,0	ab	19,0	bcdef	27,46																												
UN5174	29,333	b	25,33	cdef	25,667	abc	23	abc	20,667	def	20,333	def	19,667	a	21,0		16,333	abc	18,333	bcdef	21,96																												
UN5175	24,0	b	19,00	ef	21,667	bc	15,667	bc	17,0	ef	28,0	bcde	18,333	a	23,333	ab	15,333	abc	14,667	ef	19,70																												
UN6644	31,667	ab	29,66	bcd	29,333	abc	18,667	abc	23,667	bcdef	25,0	cdef	18,667	a	24,0	ab	16,0	abc	20,667	bcde	23,73																												
UN6653	20,0	b	18,66	ef	18,0	c	15,333	bc	24,667	abcdef	18,0	ef	19,333	a	25,667	ab	14,0	abc	20,0	bcdef	19,36																												
UN7085	38,0	ab	34,33	bc	38,333	a	20,667	abc	32,333	abc	34,667	bc	24,0	a	38,0	a	18,667	abc	25,667	ab	30,46																												
UN7093	31,333	ab	16,33	f	27,667	abc	19	abc	23,667	bcdef	27,0	bcdef	16,667	a	26,667	ab	15,333	abc	19,333	bcdef	22,30																												
DMS Tukey	29,374		9,301		15,097		14,923		9,532		10,709		15,171		16,291		10,233		7,395																														
Media Loc	33,816A		27,833B		27,65B		19,733DE		24,316C		26,183BC		21,216D		24,166C		17,466E		20,566D																														

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Observando los resultados en número de vainas por planta a través de los ambientes, existen líneas como UN7085, UN5172 e ILS3556 cuyo alto promedio podría relacionarse con su mayor altura de planta (Tabla 13). Al respecto Kornegag y White (1992) reportaron que en frijol la selección por rendimiento sin tener en cuenta la altura de planta, termina en la selección de las plantas más altas, lo cual también puede ocurrir en arveja. Lo anterior es posible si se tiene en cuenta que la mayor altura de las plantas puede aumentar la presencia de nudos reproductivos.

En los ambientes de Ipiales1 e Ipiales2 las líneas evaluadas presentaron los menores valores para la variable número de vainas por planta, indicando que las bajas precipitaciones reportadas en los dos semestres de cultivo, para estos ambientes influyeron en la reducción del número de vainas; esto coincide con lo expuesto por Sañudo et al., 1999, quienes afirman que condiciones secas en las fases de desarrollo vegetativo y floración, conducen a reducción en el número de vainas.

R. Vassilevska – Ivanova, N. Naidenova, 2004 en su estudio Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad de algunos componentes de rendimiento en producción de arveja (*Pisum sativum* L.) encontraron que las diferencias entre los ambientes fueron altamente significativas para número de vainas, número de semillas y para peso de semillas por planta. Resultado similar fue encontrado en el presente estudio, lo cual sugiere que el carácter número de vainas es afectado por el ambiente, posiblemente por ser un carácter de herencia cuantitativa.

4.6 PESO DE VAINA VERDE (PVV).

El ambiente de Potosí2 presentó el mayor promedio para la variable peso de vainas con 7,68 gramos superando estadísticamente a las demás localidades, el menor valor se presentó en Ipiales2 con 4,26 gramos, seguida de Ipiales1 con 4,93 gramos. En Potosí1 la precipitación mensual en los últimos tres meses fue mayor que en Ipiales1, lo cual pudo contribuir a estas diferencias.

En Potosí1 la línea ILS3558 con 8,41 supero significativamente a ILS3566, ILS3576, ILS3586, UN5173, UN6644, UN6653 y UN7093, que mostraron promedios por debajo de 5,61 gramos. En Gualmatán1 ILS3575 con 8,10 gramos superó significativamente a las líneas ILS3555, ILS3556, ILS3566, ILS3576, ILS3586, con promedios por debajo de 5,27 gramos. En Pupiales1 ILS3558 con 7.71 gramos seguida de UN5172 (7,48) gramos, superaron estadísticamente a las líneas ILS3556, ILS3576, ILS3586 y UN5173 con 3.85, 4.03, 4.20 y 5.03 gramos respectivamente (Tabla 14).

En las condiciones de Ipiales1 ILS3558 con 6,7 gramos presentó diferencias significativas respecto a las líneas ILS3556, ILS3557, ILS3559, ILS3562, ILS3576,

ILS3586 que oscilaron con valores entre 3,66 y 4,25 gramos (Tabla 14). En Puerres¹ ILS3558 presentó el mayor valor promedio con 8,16 g superando estadísticamente a las demás líneas evaluadas que tuvieron promedios por debajo de 7,01 g.

En Potosí² ILS3557 con 9,96 g superó estadísticamente al 60% de las líneas evaluadas que mostraron promedios inferiores a 8,14 gramos. En Gualmatán² ILS3558 con 7,38 gramos supero estadísticamente al 85% de las líneas estudiadas que mostraron promedios por debajo de 6,04 gramos. La línea ILS3576 con 3,50 gramos presentó el promedio más bajo.

En Pupiales² la línea UN5172 con 7,43 g registró el valor más alto superando estadísticamente a ILS3555, ILS3556, ILS3559, ILS3566, ILS3576, ILS3586, con promedios entre 4,70 y 3,40 g (Tabla 14).

En la localidad de Ipiales² ILS5172 con 5.36 gramos superó estadísticamente a las líneas ILS3586, ILS3556, ILS3557, ILS3560, ILS3576 y UN5171 con valores que oscilaron entre 3,38 y 3,81 g (Tabla 14). Finalmente, en Puerres² las medias oscilaron entre 3,78 y 6,20 g sin diferencias significativas entre las 20 líneas evaluadas.

Tabla 14. Comparación de promedios para la variable peso de vaina verde en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.

LOCALIDAD																					
Genotipo	Poto 1		Gualma 1		Pupi 1		Ipi 1		Pue 1		Poto 2		Gualma 2		Pupi 2		Ipi 2		Pue 2		Media Genotipo
ILS3355	6,433	abcd	5,26	bc	5,483	abcde	5,116	abc	6,083	cdef	7,70	cdefg	4,383	def	3,683	de	4,216	abcd	4,80	a	5,31
ILS3556	5,933	abcde	4,76	c	3,85	e	3,666	c	4,283	h	5,466	hi	4,60	def	3,966	cde	3,533	dc	4,70	a	4,47
ILS3557	6,40	abcde	5,91	abc	6,766	abc	4,25	bc	6,016	cdef	9,966	a	3,90	f	5,783	abcd	3,75	bcd	6,10	a	5,88
ILS3558	8,416	a	7,60	ab	7,716	a	6,7	a	8,166	a	9,133	abc	7,383	a	6,95	ab	4,60	abcd	6,016	a	7,26
ILS3559	7,566	ab	5,50	abc	6,050	abcde	3,883	bc	6,716	bcde	9,616	ab	5,10	cde	4,066	cde	4,35	abcd	4,216	a	5,70
ILS3560	6,366	abcde	6,26	abc	5,966	abcde	5,183	abc	5,80	efg	6,90	fghi	6,033	bc	5,45	abcde	3,816	bcd	4,433	a	5,62
ILS3562	6,516	abcd	5,90	abc	5,433	bcde	4,116	bc	6,616	bcde	7,933	bcdef	5,35	bcd	5,283	abcde	4,866	ab	4,966	a	5,69
ILS3566	5,166	bcde	4,66	c	5,333	bcde	4,866	abc	4,616	gh	8,333	abcdef	3,783	f	4,70	bcde	4,266	abcd	4,80	a	5,05
ILS3575	6,75	abc	8,10	a	6,7,0	abc	5,716	abc	7,216	ab	6,633	fghi	5,433	bcd	6,75	ab	4,55	abcd	6,050	a	6,39
ILS3576	4,0	de	4,16	c	4,033	e	4,033	bc	3,733	h	5,30	i	3,50	f	4,366	cde	3,683	bcd	4,40	a	4,12
ILS3586	3,816	e	4,33	c	4,20	de	3,933	bc	3,666	h	5,333	hi	3,883	f	3,40	e	3,383	d	3,783	a	3,97
UN5171	6,016	abcde	6,06	abc	6,133	abcde	4,85	abc	6,483	bcdef	8,766	abcde	5,416	bcd	5,60	abcde	3,716	bcd	4,266	a	5,73
UN5172	6,783	abc	7,75	ab	7,483	ab	6	ab	6,466	bcdef	6,083	ghi	6,316	ab	7,433	a	5,366	a	6,10	a	6,57
UN5173	4,85	cde	5,51	abc	5,083	cde	5,733	abc	5,466	fg	7,70	cdefg	4,25	def	5,366	abcde	4,766	abc	4,133	a	5,28
UN5174	6,15	abcde	6,50	abc	6,60	abc	5,50	abc	6,85	bcd	9,116	abc	5,883	bc	6,216	abc	4,816	ab	5,633	a	6,32
UN5175	7,55	ab	6,81	abc	6,50	abcd	4,833	abc	5,966	cdef	8,966	abcd	6,250	abc	5,466	abcde	4,30	abcd	5,166	a	6,81
UN6644	5,60	bcde	8,03	ab	5,45	abcde	5,216	abc	7,050	bc	8,133	bcdef	4,116	ef	5,85	abcd	4,15	abcd	4,95	a	5,85
UN6653	5,083	bcde	6,16	abc	6,566	abc	5,60	abc	5,666	efg	7,10	efgh	5,283	bcde	5,566	abcde	4,616	abcd	5,70	a	5,73
UN7085	5,883	abcde	6,05	abc	5,816	abcde	4,633	abc	6,366	bcdef	7,266	defg	4,516	def	5,766	abcde	4,216	abcd	6,133	a	5,66
UN7093	4,033	de	6,35	abc	7,166	abc	4,95	abc	6,30	bcdef	8,20	abcdef	5,25	bcde	5,716	abcde	4,366	abcd	6,20	a	5,85
DMS Tukey	2,614		2,803		2,347		2,275		1,095		1,784		1,191		2,375		1,276		2,578		
Media Loc	5,965B		6,086B		5,916B		4,939D		5,976B		7,682A		5,031CD		5,369C		4,266E		5,127CD		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En general a través de las diferentes localidades se destacaron para peso de vaina verde las líneas ILS3557, ILS3558, ILS3575 y UN5172.

La consistencia de la línea ILS3558 al presentar el mayor promedio para este carácter en cinco de los diez ambientes, sugiere que en la expresión del rasgo existen genes mayores responsables de las diferencias grandes entre genotipos. Sin embargo las diferencias más pequeñas pueden ser gobernadas por genes menores, lo cual permite la variación observada dentro de los distintos ambientes en donde diferentes líneas pueden hacer parte del grupo de mayor promedio.

4.7 LONGITUD DE VAINA VERDE (LVV)

En Potosí¹ la línea ILS3558 con 9,26 cm superó significativamente a las líneas ILS3576, UN7093, ILS3586, ILS3556, ILS3566, UN5173 y UN7085 que obtuvieron promedios entre 7,33 y 7,66 cm. Por otra parte la línea ILS3559 con 9,13 mostró diferencias estadísticas con ILS3576, ILS3586 y UN7093.

En Gualmatán¹ las líneas UN6644 con 8,80 cm e ILS3586 con 7,40 cm superaron significativamente a las líneas ILS3566 y ILS3576 con 7,0 y 6,96 cm. Las líneas restantes presentaron promedios similares entre sí con valores que oscilaron entre 7,16 y 8,40 cm. (Tabla 15).

En Pupiales¹ la línea ILS3566 con 9,10 cm superó estadísticamente a ILS3556 con 6,03 cm. Las demás líneas presentaron promedios similares entre sí y con respecto a la línea ILS3566, sus promedios oscilaron entre 7,10 y 9,0 cm. En Ipiales¹ la línea ILS3558 con 8,83 cm, superó significativamente a las demás líneas que estuvieron por debajo de 7,80 cm. Por otra parte las líneas ILS3562 y UN5172 con 7,93 y 7,80 cm mostraron diferencias significativas con ILS3556 (6,63 cm).

En Puerres¹ la línea ILS3558 con 9,20 cm presentó el mayor promedio superando estadísticamente al 70% de las líneas en estudio. Además ILS3562 con 8,53 cm mostró diferencias significativas con ILS3556, ILS3566, ILS3575, ILS3586, UN7085 e ILS3576 con valores entre 6,66 y 7,40 cm (Tabla 15). En Potosí² las líneas ILS3558 con 8,70, ILS3562 e ILS3557 con 8,06 cm superaron estadísticamente a las líneas ILS3555, ILS3575, ILS3556, ILS3576, ILS3586, UN7085 y UN5173 con valores que oscilaron entre 6,16 y 6,96 cm.

En Gualmatán² las líneas ILS3558 con 8,73 y ILS3562 con 8,50 cm superaron estadísticamente a las líneas ILS3555, ILS3556, ILS3557, ILS3559, ILS3560, ILS3566, ILS3575, ILS3576, ILS3586, UN5171, UN5173, UN7085 y UN7093 con valores que oscilaron entre 6,60 y 7,43 cm. Las líneas ILS3555 y ILS3586 con 6,60 y 6,73 cm presentaron los promedios más bajos.

En Pupiales2 las líneas ILS3562 y ILS3558 con 8,43 y 8,23 cm respectivamente registraron los valores más altos superando estadísticamente a las líneas ILS3555, ILS3556 y ILS3576 con 6,60, 6,80 y 7,0 cm respectivamente. En Ipiales2 la línea ILS3558 con 8,76 cm supero a las demás líneas evaluadas que estuvieron por debajo de 7,91 cm. ILS3562 con 7,90 cm mostro diferencias estadísticas con las líneas ILS3556, ILS3555 con 6,50 y 6,56 cm. Finalmente en Puerres2 la línea UN5172 con 8,30 cm supero estadísticamente a las líneas UN5171, ILS3556 e ILS3576 con 6,53, 6,80 y 6,86 cm respectivamente. Los demás genotipos mantuvieron promedios similares entre sí.

Se puede observar que la línea ILS3558 alcanza los promedios más altos para la variable longitud de vaina en el 70% de los ambientes evaluados, oscilando entre 9,26 cm en Potosí1 y de 7,30 cm en Puerres2.

Le sigue en su orden la línea ILS3562 que alcanza los mayores valores en el 60% de los ambientes fluctuando entre 8,56 cm en Potosí1 y 7,23 cm en Puerres2.

Por el contrario las líneas ILS3556 e ILS3576 presentan menor longitud de vainas en la mayoría de los ambientes.

Tabla 15. Comparación de promedios para la variable longitud de la vaina (cm) en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del Departamento de Nariño.

Genotipo	LOCALIDAD										Media genotipo
	Poto 1	Gualma 1	Pupi 1	Ipi 1	Pue 1	Poto 2	Gualma 2	Pupi 2	Ipi 2	Pue 2	
ILS3355	8,20	abc 7,166	ab 9,0	ab 7,366	bc 7,80	bcde 6,866	def 6,60	f 6,60	d 6,566	de 7,60	abc 7,37
ILS3556	7,667	bc 7,166	ab 6,033	b 6,633	c 6,70	ef 6,533	ef 6,766	ef 6,80	cd 6,50	e 6,80	bc 6,76
ILS3557	8,566	abc 7,766	ab 7,766	ab 7,133	bc 8,20	abcd 8,066	ab 7,533	cdef 8,166	ab 6,966	cde 7,866	ab 7,80
ILS3558	9,266	a 8,60	ab 8,70	ab 8,833	a 9,20	a 8,70	a 8,733	a 8,233	a 8,766	a 7,30	abc 8,63
ILS3559	9,133	ab 7,50	ab 8,40	ab 7,133	bc 8,30	abc 7,766	abcd 6,90	def 75,333	abcd 7,033	bcde 7,233	abc 7,69
ILS3560	7,667	abc 7,733	ab 7,80	ab 7,30	bc 7,633	bcdef 7,133	bcdef 7,466	cdef 75,333	abcd 7,033	bcde 7,533	abc 7,49
ILS3562	8,566	abc 8,40	ab 8,40	ab 7,933	ab 8,533	ab 8,066	ab 8,50	ab 8,433	a 7,90	ab 7,233	abc 8,19
ILS3566	7,633	bc 7,00	b 9,10	a 7,60	bc 6,666	f 7,20	bcdef 7,366	cdef 7,666	abcd 7,40	bcd 7,433	abc 7,50
ILS3575	7,80	abc 8,066	ab 7,633	ab 7,433	bc 7,20	cdef 6,166	f 7,50	cdef 7,70	abcd 7,333	bcde 7,533	abc 7,43
ILS3576	7,333	c 6,966	b 7,266	ab 7,10	bc 7,10	def 6,666	ef 6,766	ef 7,0	bcd 7,066	bcde 6,866	bc 7,01
ILS3586	7,60	c 7,40	a 7,40	ab 7,333	bc 7,30	cdef 6,566	ef 6,733	f 7,266	abcd 7,266	bcde 7,366	abc 7,22
UN5171	7,90	abc 7,366	ab 7,233	ab 7,40	bc 8,133	abcd 7,30	bcde 7,333	cdef 8,066	ab 7,133	bcde 6,533	c 7,44
UN5172	8,366	abc 8,466	ab 8,30	ab 7,80	ab 7,966	bcd 8,033	abc 8,233	abc 8,10	ab 7,70	bc 8,30	a 8,12
UN5173	7,633	bc 7,70	ab 7,10	ab 7,433	bc 7,50	bcdef 6,966	cdef 6,933	def 7,466	abcd 7,366	bcde 7,033	abc 7,31
UN5174	8,066	abc 7,766	ab 7,90	ab 7,666	bc 7,866	bcd 7,80	abcd 7,833	abcd 7,966	abc 7,60	bc 7,366	abc 7,78
UN5175	8,533	abc 8,10	ab 8,266	ab 7,60	bc 8,066	bcd 7,866	abcd 7,80	abcd 8,133	ab 7,533	bc 7,633	abc 7,95
UN6644	8,40	abc 8,80	a 7,533	ab 7,633	bc 8,20	abcd 7,466	bcde 7,70	bcde 7,933	abc 7,50	bc 7,30	abc 7,84
UN6653	7,766	abc 7,933	ab 8,20	ab 7,666	bc 8,0	bcd 7,066	bcdef 7,833	abcd 8,0	ab 7,533	bc 7,966	ab 7,79
UN7085	7,667	bc 7,433	ab 7,233	ab 6,966	bc 7,40	cdef 6,50	ef 7,133	def 7,366	abcd 7,033	bcde 7,60	abc 7,23
UN7093	7,533	c 7,833	ab 8,10	ab 7,466	bc 7,433	bcdef 7,533	bcde 7,433	cdef 8,066	ab 7,133	bcde 7,366	abc 7,59
DMS Tukey	1,518	1,647	3,035	1,05	1,132	1,078	0,953	1,176	0,878	1,306	
Media Loc	8,070A	7,758B	7,868AB	7,471CD	7,760B	7,313D	7,455CD	7,701BC	7,318D	7,393D	

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

La mayoría de los ambientes del semestre A con excepción de Pupiales¹ presentaron mayor longitud de vainas en relación a los ambientes del semestre B, esto sugiere que la baja disponibilidad de agua en el segundo semestre durante las primeras etapas hasta la floración influyó en la reducción del tamaño de las vainas.

El largo de las vainas es un carácter importante en la comercialización del producto, siempre y cuando este componente de rendimiento, este asociado con un mayor número de granos por vaina o con un mayor tamaño de los granos. Es importante seleccionar a las líneas ILS3558, UN5172 e ILS3562 como posibles padres donantes de los genes que contribuyen a aumentar la expresión de este rasgo.

4.8 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGV)

En Potosí¹ la línea ILS3562 con 7,93 GV superó significativamente a ILS3586 y UN6653 con 4,43 y 5,63 granos. Las demás líneas presentaron promedios similares que oscilaron entre 6,36 y 7,50 granos por vaina (Tabla 16). En Gualmatán¹ ILS3562 e ILS3576 con 8,13 y 7,50 granos superaron significativamente a las líneas ILS3586 y UN5171 que presentaron los valores más bajos con 4,93 y 5,30 GV respectivamente.

En Pupiales¹ ILS3562 con 8,0 granos superó estadísticamente a las líneas ILS3556, ILS3558, ILS3559, ILS3586, UN5175, con promedios que oscilaron entre 5,53 y 5,76 granos. Los demás genotipos presentaron promedios similares entre sí. En Ipiales¹ las líneas UN5174 y ILS3562 con 6,93 y 6,86 granos presentaron diferencias significativas respecto a ILS3586 y ILS3560 con 4,53 y 4,76 granos respectivamente.

En Puerres¹ sobresalió ILS3562 con 7,60 superando al 40% de las líneas evaluadas. De igual manera UN5174 y UN6644 con 7,30 y 7,23 superaron estadísticamente a ILS3560, ILS3586 y UN5172 con 4,20, 4,26 y 5,43 granos respectivamente.

En Potosí² nuevamente sobresale la línea ILS3562 con 7,93 granos por vaina, superando al 40% de las líneas estudiadas que están por debajo de 5,71. ILS3576 con 7,56 granos mostró diferencias estadísticas con ILS3586, ILS3575, ILS3566, UN6653 y UN7085 con valores que oscilaron entre 4,70 y 5,43 granos (Tabla 16).

En Gualmatán² sobresale nuevamente ILS3562 con 8,06 presentado diferencias sobre 16 de las 20 líneas estudiadas. Las líneas ILS3575, ILS3576, con 7,33 y 7,20 granos mostraron diferencias estadísticas significativas sobre ILS3586, ILS3560, ILS3566, UN5171, UN5172, UN5173 y UN5175 que oscilaron entre 4,96 y 6,0 granos. Las líneas ILS3586 con 4,96 y ILS3560 con 5,33 granos presentaron los promedios más bajos.

En Pupiales2 la línea ILS3562 con 7,60 mostro un número de granos por vaina significativamente más alto respecto a ILS3556, ILS3558, ILS3560, ILS3566, ILS3586, UN5171, UN5172 y UN5175 que tuvieron promedios por debajo de 5,91 y ILS3576 con 7,16 granos por vaina, superó estadísticamente a las líneas ILS3586, ILS3560 y UN5175 con 4,03, 4,33 y 5,40 granos por vaina respectivamente.

En Ipiales2 las líneas UN5174 y ILS3562 con 6,90 y 6,86 granos respectivamente superaron estadísticamente a ILS3586, ILS3560 y ILS3558 con 4,40, 4,66 y 5,06 respectivamente.

En Puerres2 las líneas ILS3557 y ILS3566 con promedios de 6,86 granos por vaina superaron estadísticamente a ILS3560, UN5171, ILS3559 y ILS3586 con 4,70, 4,73, 4,76 y 5,10 granos respectivamente. Los demás genotipos mantuvieron promedios similares (Tabla 16).

Se puede observar que la línea ILS3562 alcanza los promedios más altos para la variable número de granos por vaina en el 90% de los ambientes evaluados, oscilando entre 8,13 granos en la localidad de Gualmatán1 y 6,83 granos en las localidades de Ipiales1 e Ipiales2 lo cual sugiere que este carácter es de control genético simple y por tanto altamente heredable. Además esta línea también se había destacado en el largo de las vainas en dos localidades. Contrario a lo anterior la línea ILS3586 presentó el menor número de granos en todos los ambientes con valores que oscilaron entre 4,03 a 5,53.

Tabla 16. Comparación de promedios para la variable número de granos por vaina en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.

LOCALIDAD																					
Genotipo	Poto 1		Gualma 1		Pupi 1		Ipi 1		Pue 1		Poto 2		Gualma 2		Pupi 2		Ipi 2		Pue 2		Media genotipo
ILS3355	7,333	ab	6,60	abcd	6,566	ab	5,733	abcd	5,933	bc	6,10	abcd	6,766	bcd	6,366	abc	5,633	abcde	6,60	ab	6,36
ILS3556	6,766	ab	6,233	abcd	5,533	b	5,933	abcd	6,0	bc	5,70	bcd	6,533	bcde	5,666	bcde	5,866	abcde	6,0	abc	6,02
ILS3557	7,066	ab	6,466	abcd	6,90	ab	5,366	abcd	6,633	abc	7,233	abc	6,266	bcdef	6,40	abc	5,266	bcde	6,866	a	6,44
ILS3558	6,40	ab	6,333	abcd	5,733	b	5,20	bcd	6,10	bc	6,033	abcd	6,333	bcdef	5,80	bcd	5,066	cde	5,333	abc	5,83
ILS3559	6,466	ab	6,10	abcd	5,566	b	6,60	ab	5,90	bc	6,366	abcd	6,366	bcdef	6,333	abc	6,433	abc	4,766	c	6,09
ILS3560	7,266	ab	5,90	bcd	6,366	ab	4,766	cd	4,20	d	6,566	abcd	5,333	fg	4,333	de	4,666	de	4,70	c	5,41
ILS3562	7,933	a	8,133	a	8,0	a	6,866	a	7,60	a	7,933	a	8,066	a	7,60	a	6,866	ab	6,133	abc	7,51
ILS3566	7,0	ab	6,00	abcd	6,633	ab	6,0	abcd	6,133	abc	5,333	cd	5,60	efg	5,766	bcd	5,933	abcde	6,866	a	6,12
ILS3575	6,533	ab	7,333	abc	7,066	ab	6,50	ab	6,733	abc	4,766	d	7,20	ab	6,70	abc	6,40	abc	6,50	ab	6,57
ILS3576	6,366	ab	7,50	ab	7,633	ab	6,10	abcd	6,40	abc	7,566	ab	7,333	ab	7,166	ab	5,933	abcde	5,233	abc	6,72
ILS3586	4,433	c	4,933	d	5,533	b	4,533	d	4,266	d	4,70	d	4,966	g	4,033	e	4,40	e	5,10	bc	4,69
UN5171	6,966	ab	5,30	dc	6,233	ab	5,633	abcd	6,466	abc	5,666	bcd	5,53	efg	5,90	bcd	5,566	abcde	4,733	c	5,80
UN5172	6,50	ab	6,766	abcd	5,966	ab	5,266	bcd	5,433	cd	6,266	abcd	6,0	cdefg	5,633	bcde	5,30	abcde	6,20	abc	5,93
UN5173	6,70	ab	6,766	abcd	6,60	ab	6,60	ab	6,766	abc	6,40	abcd	5,866	defg	6,033	abc	6,466	abc	6,233	abc	6,44
UN5174	7,50	ab	7,066	abcd	7,50	ab	6,933	a	7,30	ab	7,133	abc	7,133	abc	7,033	abc	6,90	a	5,533	abc	7,00
UN5175	7,266	ab	6,00	abcd	5,766	b	5,433	abcd	6,766	abc	6,0	bcd	5,90	defg	5,40	cde	5,50	abcde	6,266	abc	6,03
UN6644	6,433	ab	6,966	abcd	6,40	ab	5,433	abcd	7,233	ab	6,333	abcd	6,366	bcdef	6,233	abc	5,333	abcde	5,933	abc	6,26
UN6653	5,633	bc	6,60	abcd	7,533	ab	6,0	abcd	6,033	bc	5,40	cd	6,60	bcde	6,30	abc	5,933	abcde	6,366	abc	6,24
UN7085	7,50	ab	6,90	abcd	6,433	ab	6,166	ab	6,466	abc	5,433	cd	6,366	bcdef	6,90	abc	6,066	abcd	6,20	abc	6,44
UN7093	7,40	ab	6,633	abcd	7,233	ab	5,70	abcd	6,266	abc	6,60	abcd	6,333	bcdef	6,066	abc	5,60	abcde	6,533	ab	6,43
DMS Tukey	1,885		2,196		2,141		1,582		1,498		1,901		1,147		1,674		1,614		1,683		
Media Loc	6,773A		6,526AB		6,560AB		5,838E		6,231BCD		6,176CD		6,343BC		6,083CDE		5,756E		5,905DE		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Los ambientes de Ipiales 1 y 2 presentaron los menores promedios en el número de granos por vaina, es probable que estas diferencias obedezcan a las variaciones ambientales en especial los cambios en precipitación que se asocian con las diferentes fechas de siembra. Estos resultados muestran promedios que superan a los reportados por Solano y López (2001) quienes evaluaron 25 líneas de arveja arbustiva en cinco localidades de Nariño, y encontraron que los promedios a través de los ambientes estuvieron entre 5,40 y 2,83 granos por vaina, atribuyendo las diferencias observadas a las características genéticas inherentes a cada línea. La consistencia de la línea ILS3562 con el promedio más alto en 9 de los 10 ambientes, permite considerarla como un donante potencial del gen que mejora este carácter.

4.9 PESO DE 100 GRANOS VERDES (P100GV)

Esta variable es de gran importancia para el productor de arveja, porque influye de manera directa en el precio del producto. Se observó diferencias significativas entre localidades destacándose Pupiales1 con 54,85 y Gualmatán1 con 52,80 gramos respectivamente, superando a las demás localidades que presentaron promedios entre 34,25 y 48,01 g.

En Potosí1 la línea ILS3559 con 58,66 gramos superó significativamente a UN7093 y ILS3566 con 34,0 y 38,66 g. Las demás líneas presentaron promedios similares que oscilaron entre 42,0 y 58,0 g (Tabla 17). En Gualmatán1 UN5175 con 66,33 presentó diferencias significativas con ILS3555, ILS3556, ILS3562, ILS3566, ILS3576 y UN5173 que tuvieron promedios inferiores a 47,68 g. Las líneas UN6644 y ILS3575, con 63,66 y 63,0 g superaron significativamente a ILS3576, ILS3566 y ILS3556 con 37,0, 42,33, 43,33 g correspondientes a los menores promedios. Las demás líneas presentaron valores similares entre sí, que oscilaron entre 45,66 y 60,66 g (Tabla 17).

En Pupiales1 UN5175 y ILS3558 con 69,66 y 66,0 g superaron estadísticamente a las líneas ILS3576, ILS3555, ILS3556, ILS3562, ILS3586, UN5173, UN6644 y UN7085 cuyos promedios oscilaron entre 36,33 y 52,33 g. En Ipiales1 ILS3558 con 58,66 g presentó diferencias significativas respecto a ILS3556 con 34,0 g. Las demás líneas presentaron promedios similares entre sí con valores que oscilaron entre 42,0 y 55,33 g. En Puerres1 las líneas UN5175 y ILS3560 con 60,66 y 59,33 g superaron estadísticamente a ILS3566, ILS3576, UN5173, UN7093, ILS3586, UN7085 con promedios que oscilaron entre 34,66 y 42,66 g (Tabla 17).

En Potosí2 las líneas ILS3558, ILS3566, ILS3560 con 44,0, 42,66 y 40,0 g superaron estadísticamente a ILS3576, UN7085, UN7093, ILS3555, ILS3562 y ILS3556 con valores que oscilaron entre 23,66 y 28,0 g (Tabla 18). En Gualmatán2 las líneas ILS3558, UN5175, ILS3560 con 56,0, 53,66 y 52,66 g

superaron estadísticamente a ILS3557, ILS3566, ILS3576, UN5173, ILS3555, UN5174 y UN7085 con valores que oscilaron entre 28,0 y 33,66 g (Tabla 17).

En Pupiales2 las líneas UN5175 y UN5172 con 58,0 y 57,33 g respectivamente con excepción de ILS3557, ILS3558, ILS3560, ILS3575, UN5174 y UN6644, superaron estadísticamente al resto de líneas con valores que oscilaron entre 30,33 y 55 g. En Ipiales2 ILS3558 con 54,0 g presentó diferencias con el 70% de las líneas evaluadas que presentaron promedios inferiores a 44,1, además las líneas ILS3560, UN5175, UN6644, UN6653 y UN7093 con rangos entre 45,33 y 47,33 g superaron estadísticamente a ILS3556, ILS3576 y UN7085 con 34,66, 35,66 y 35,66. En el ambiente de Puerres2 las medias oscilaron entre 33,66 y 53,33 g sin diferencias significativas entre los genotipos evaluados.

Es importante resaltar la línea ILS3558 que además de presentar un alto peso de grano verde, también mostró altos promedios en largo de vainas, lo cual sugiere que presenta genes favorables para las dos características, permitiendo considerarla como un posible progenitor para contribuir al mejoramiento del tipo de vaina en arveja. Adicionalmente la consistencia de su superioridad en el peso del grano verde en cinco de las diez localidades, sugieren que la expresión del rasgo no es muy afectada por el ambiente lo cual facilita los procesos de mejoramiento.

Tabla 17. Comparación de promedios para peso de 100 granos verdes (g) en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.

LOCALIDAD																					
Genotipo	Poto 1		Gualma 1		Pupi 1		Ipi 1		Pue 1		Poto 2		Gualma 2		Pupi 2		Ipi 2		Pue 2		media genotipo
ILS3355	51,667	abc	46,667	bcd	52,333	cde	43,667	ab	47,333	abcdef	32,333	cdef	35,0	cdef	30,333	h	40,0	bc	35,333	a	41,46
ILS3556	42,0	abc	43,333	dc	44,667	ef	34,0	b	55,333	abcd	28,0	def	40,333	abcdef	35,667	gh	34,667	c	36,0	a	39,40
ILS3557	51,333	abc	57,00	abc	57,667	abcde	43,333	ab	56,333	abcd	34,333	abcdef	28,0	f	49,333	abcde	40,333	bc	52,0	a	46,96
ILS3558	58,0	ab	60,667	abc	66,0	ab	58,667	a	58,333	abc	44,0	a	56,0	a	55,0	abc	54,0	a	43,333	a	55,40
ILS3559	58,667	a	52,333	abcd	64,667	abc	48,667	ab	55,333	abcd	34,333	abcdef	38,333	bcdef	35,333	gh	40,0	bc	39,667	a	46,73
ILS3560	45,333	abc	56,00	abc	53,333	bcde	43,0	ab	59,333	ab	40,0	ab	52,667	ab	52,667	abc	47,333	ab	36,667	a	48,63
ILS3562	45,667	abc	45,667	bcd	52,333	cde	47,333	ab	50,667	abcdef	29,0	cdef	38,0	bcdef	37,667	fgh	42,333	bc	36,667	a	42,53
ILS3566	38,667	bc	42,333	dc	55,333	bcde	45,0	ab	34,667	f	42,667	ab	30,667	ef	41,333	efg	42,333	bc	38,333	a	41,13
ILS3575	56,333	ab	63,00	ab	57,667	abcde	51,0	ab	45,333	abcdef	35,333	abcde	43,333	abcdef	52,333	abcd	42,667	bc	46,667	a	49,36
ILS3576	39,0	abc	37,00	d	36,333	f	38,667	ab	34,667	f	23,667	f	30,667	ef	35,0	gh	35,667	c	33,667	a	34,43
ILS3586	42,667	abc	50,667	abcd	50,667	de	44,333	ab	42,667	cdef	32,667	bcdef	38,333	bcdef	41,333	efg	44,0	bc	34,333	a	42,16
UN5171	52,0	abc	58,333	abc	53,333	bcde	43,0	ab	45,0	abcdef	39,0	abc	46,333	abcde	46,667	cdef	38,667	bc	41,0	a	46,33
UN5172	53,0	abc	55,667	abc	60,667	abcd	47,667	ab	45,333	abcdef	39,333	abc	48,333	abc	57,333	ab	43,333	bc	38,333	a	48,90
UN5173	47,0	abc	47,667	bcd	51,333	cde	53,0	ab	37,667	ef	33,0	bcdef	31,667	def	42,333	efg	44,0	bc	41,0	a	42,86
UN5174	45,333	abc	55,667	abc	53,0	bcde	49,333	ab	49,667	abcdef	32,333	bcdef	34,333	cdef	48,0	bcde	41,667	bc	43,0	a	45,23
UN5175	53,0	abc	66,333	a	69,667	a	55,333	ab	60,667	a	35,333	abcde	53,667	ab	58,0	a	45,667	ab	53,333	a	55,10
UN6644	54,333	ab	63,667	ab	51,667	cde	49,667	ab	52,0	abcde	38,333	abcd	45,0	abcde	49,0	abcde	45,333	ab	52,333	a	50,13
UN6653	48,333	abc	53,00	abcd	55,667	bcde	50,667	ab	44,333	bcdef	39,0	abc	47,0	abcd	47,667	cde	46,0	ab	40,0	a	41,16
UN7085	44,0	abc	48,667	abcd	52,0	cde	42,0	ab	40,667	def	26,333	ef	33,667	cdef	43,0	defg	35,667	c	41,0	a	40,70
UN7093	34,0	c	52,333	abcd	58,667	abcd	49,0	ab	38,333	ef	26,0	ef	39,333	bcdef	42,667	efg	46,0	ab	47,333	a	43,36
DMS Tukey	19,703		18,59		13,513		21,956		16,168		10,803		15,833		9,605		9,416		20,141		
Media Loc	48,016B		52,80^a		54,850A		46,866B		47,683B		34,25E		40,533D		45,033BC		42,483CD		41,50D		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Por otra parte, en la evaluación de este carácter se destacaron también las líneas UN5175 e ILS3560 con datos promedios en seis y cuatro ambientes respectivamente y pueden ser tenidas en cuenta para el mejoramiento del tamaño de grano en verde, por su consistencia a través de las localidades.

4.10 RENDIMIENTO VAINA VERDE (RtoVV)

Los ambientes de Pupiales1, Potosí1 y Gualmatán1 con 6772,0, 6667,1 y 6454,6 Kg.ha⁻¹ respectivamente, mostraron diferencias significativas, superando a las demás localidades cuyos promedios oscilaron entre 2923,0 y 4970,5 Kg.ha⁻¹.

Muy pocas diferencias fueron obtenidas para rendimiento en vaina verde entre las líneas evaluadas en los diferentes ambientes. En Potosí1 las líneas UN5171 y UN5172 con 9011 y 9371 Kg.ha⁻¹ superaron estadísticamente a UN6653 con 3685,0 kg/Ha, las demás líneas presentaron promedios similares que oscilaron entre 4691,0 y 9371,0 Kg.ha⁻¹ (Tabla 18).

En Gualmatán1 las líneas UN6644, ILS3575 y UN5173 con 9068,3, 8798,1 y 8738,5 Kg.ha⁻¹ superaron significativamente a UN7093, UN6653 y UN5172 con 3988,3, 4507,9 y 4887,0 Kg.ha⁻¹ siendo las líneas con los menores rendimientos. Además UN6644 mostró diferencias significativas con UN5175 (5257,3 Kg.ha⁻¹).

En Pupiales1 las medias oscilaron entre 4698 y 8889 Kg.ha⁻¹ sin diferencias significativas entre los genotipos evaluados. En Ipiales1 UN5173 con 6144,4 Kg.ha⁻¹ presentó diferencias significativas superando a las líneas ILS3555 y UN5172 con 2429,4 y 2565,4 Kg.ha⁻¹, respectivamente (Tabla 18).

En Puerres1 la línea ILS3562 con 8797,2 Kg.ha⁻¹ mostró diferencias significativas con el 75% de las líneas evaluadas que presentaron rendimientos por debajo de 5740 Kg.ha⁻¹. Las líneas UN6644, ILS3556, UN7085 y ILS3555 con 6127,0, 5953,7, 5914,3 y 5870,7 kg/ha superaron estadísticamente a ILS3566, ILS3560 y ILS3576 que oscilaron entre 2723,0 y 2846,9 Kg.ha⁻¹ siendo estos los rendimientos más bajos. En Potosí2 ILS3576 con 5944,4 Kg.ha⁻¹ presentó diferencias estadísticas sobre 14 de las 20 líneas evaluadas. ILS3558 con y 5352,1 Kg.ha⁻¹ supero estadísticamente a las líneas UN6653, ILS3557, ILS3559, ILS3562, ILS3566, UN5171, UN5174 y UN7093 con valores que estuvieron entre 2621,8 y 3243,4 Kg.ha⁻¹ (Tabla 18).

En Gualmatán2 las medias variaron entre 2269,2 y 4824,3 Kg.ha⁻¹, mientras que en Ipiales2 los promedios fluctuaron entre 2295,4 y 4329,1 Kg.ha⁻¹. En ambas localidades (Gualmatán2 e Ipiales2) no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las líneas evaluadas.

En Pupiales² UN7085 con 7977.7 Kg.ha⁻¹ superó a las líneas ILS3556, ILS3559, ILS3560, ILS3566, ILS3586, ILS3571 y UN5173 que presentaron valores entre 3042,4 y 3957.9 Kg.ha⁻¹. En Puerres² la línea UN7085 con 5668.6 Kg.ha⁻¹ superó estadísticamente a ILS3558, ILS3560 y ILS3576 con 3022,4, 1910,6 y 2287,5 Kg.ha⁻¹. Las demás líneas presentaron promedios similares.

A nivel general los rendimientos de arveja arbustiva en verde fueron variables y en promedio se acercan más al límite inferior del rango propuesto por Bravo (1987) que señala que las producciones satisfactorias de arveja verde son de 4.000 a 8.000 kilos de grano/ha cuando todas las condiciones de producción son adecuadas.

Sin embargo, las líneas UN5171 y UN5172 en Potosí¹, UN6644, ILS3575 y UN5173 en Gualmatán¹ e ILS3562 en Puerres¹, lograron superar los 8738 Kg.ha⁻¹, siendo competitivas para rendimiento en verde en dichos ambientes específicos. A pesar de las diferencias observadas entre las líneas en los diferentes componentes de rendimiento, la variabilidad en el rendimiento en verde fue mucho menor. Es posible que existan compensaciones entre componentes de rendimiento como las reportadas por Adams (1967) en frijol, que permite que mientras se gane mayor expresión en un carácter, se pierda en otros y al final no se logre mayores incrementos en el rendimiento.

Tabla 18. Comparación de promedios para rendimiento en vaina verde por hectárea (Kg.ha⁻¹), en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.

Genotipo	LOCALIDAD										Media genotipo	
	Poto 1	Gualma 1	Pupi 1	Ipi 1	Pue 1	Poto 2	Gualma 2	Pupi 2	Ipi 2	Pue 2		
ILS3355	6671,0	ab 5468,1	abcd 5309	a 2429,4	b 5870,7	ab 3408,0	bcd 4285,3	a 4816,0	ab 3395,3	a 4791,5	abc	4644,3
ILS3556	6126,0	ab 5446,0	abcd 4698	a 4385,6	ab 5953,7	ab 3802,0	bcd 4163,0	a 3006,8	b 3238,8	a 3845,8	abcd	4466,7
ILS3557	6506,0	ab 6347,5	abcd 6684	a 2973,2	ab 5286,5	bcd 2800,3	cd 2269,2	a 4387,5	ab 2706,5	a 4980,6	ab	4494,2
ILS3558	4882,0	ab 7823,2	abc 5684	a 3493,6	ab 4552,5	bcd 5352,1	ab 4747,7	a 6391,2	ab 2700,6	a 3022,4	bcd	4864,9
ILS3559	7310,0	ab 6635,3	abcd 6049	a 3951,2	ab 5739,8	bc 2855,4	cd 3127,4	a 3042,4	b 3275,1	a 3277,3	abcd	4526,3
ILS3560	6338,0	ab 5781,7	abcd 5550	a 2952,2	ab 2846,9	cd 4780,3	abc 4219,8	a 3600,0	b 2838,5	a 1910,6	d	4081,7
ILS3562	7918,0	ab 6454,4	abcd 8450	a 2956,0	ab 8797,2	a 2761,7	cd 4487,0	a 4335,9	ab 2295,4	a 5224,6	ab	5368,0
ILS3566	6123,0	ab 6076,1	abcd 7769	a 5532,4	ab 2723,0	d 2840,7	cd 3053,3	a 3062,9	b 3155,3	a 3291,8	abcd	4362,8
ILS3575	7323,0	ab 8798,1	ab 8492	a 3024,2	ab 5265,8	bcd 3792,3	bcd 4824,3	a 5086,3	ab 2388,6	a 5281,2	ab	5427,5
ILS3576	6513,0	ab 6252,5	abcd 5816	a 4022,9	ab 2830,8	cd 5944,4	a 4183,6	a 4636,7	ab 3477,2	a 2287,5	cd	4596,5
ILS3586	4691,0	ab 5433,8	abcd 6093	a 3690,4	ab 4256,1	bcd 3795,4	bcd 2849,1	a 3439,8	b 2825,3	a 4021,7	abcd	4109,5
UN5171	9011,0	a 6968,3	abcd 7227	a 2785,4	ab 4966,7	bcd 2844,2	cd 3689,9	a 3700,4	b 2401,9	a 3313,3	abcd	4690,9
UN5172	9371,0	a 4887,0	dc 8519	a 2565,4	b 5586,1	bcd 4396,5	abcd 3739,1	a 5100,4	ab 2525,3	a 5233,1	ab	5192,3
UN5173	7232,0	ab 8738,5	ab 6895	a 6144,4	a 4102,0	bcd 3491,4	bcd 3301,3	a 3957,9	b 4329,1	a 4146,8	abcd	5233,7
UN5174	6904,0	ab 7070,8	abcd 7273	a 5417,5	ab 5192,6	bcd 3243,4	cd 3273,8	a 4874,6	ab 3252,8	a 3401,7	abcd	4990,4
UN5175	6433,0	ab 5257,3	bcd 6042	a 3243,5	ab 4894,7	bcd 4127,1	abcd 4019,5	a 5106,9	ab 2660,7	a 3935,2	abcd	4572,0
UN6644	6879,0	ab 9068,3	a 6659	a 3539,2	ab 6127,0	ab 4182,1	abcd 3656,7	a 5082,1	ab 2687,8	a 5058,5	ab	5294,0
UN6653	3685,0	b 4507,9	dc 5235	a 3327,7	ab 4532,0	b 2621,8	d 4182,1	a 5322,6	ab 2747,2	a 4388,5	abcd	4055,0
UN7085	7947,0	ab 8088,5	abc 8889	a 3716,9	ab 5914,3	ab 3444,1	bcd 3610,0	a 7977,7	a 2801,8	a 5668,6	a	5805,8
UN7093	5479,0	ab 3988,3	d 8107	a 3641,1	ab 3971,7	bcd 3222,6	cd 2860,8	a 4678,1	ab 2757,0	a 5064,8	ab	4377,0
DMS Tukey	4860,5	3779,6	4766,9	3361,2	2993,9	2044,8	2996,6	3765,2	2281,5	2542,2		
Media Loc	6667,1A	6454,6A	6772,0A	3689,6D	4970,5B	3685,3D	3727,1D	4580,3BC	2923,0E	4107,3CD		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

De igual manera los datos de rendimiento en vaina verde reportados por diferentes autores son muy variables. Estudios realizados en Chile por Celis y Prett (1995) en la variedad Perfecter Freezer de porte semiarbusivo, reportaron rendimientos en grano más vaina verde entre 18.100 a 20.700 Kg.ha⁻¹ que fueron considerados altos al compararlos con valores obtenidos en otras zonas agroecológicas de la región.

Otros ensayos comparativos de arveja verde como los realizados en Pucará-Huancayo Lima (Perú) por Riojas y Ugás (2003) reportaron rendimientos superiores a 3000 kg/ha de arveja en grano verde.

Sin embargo en estudios realizados por Prieto y Antonelli (2007) en cultivares de arveja en el sur de Santa Fe Argentina encontraron rendimientos promedios para una primera fecha de siembra de 2920, 3096 y 4133 Kg.ha⁻¹ para cultivares de Bolero, Facon y Viper respectivamente, lo cual fue considerado un excelente rendimiento en fresco para arveja en la región.

Los diferentes resultados de rendimiento en verde reportados en los distintos ensayos, incluyendo la presente investigación no solo se deben a las diferencias genéticas de las líneas evaluadas, sino también a que este carácter (rendimiento en vaina verde Kg.ha⁻¹) es de baja heredabilidad, por lo tanto presenta alta interacción con el ambiente.

Por otra parte de acuerdo con las condiciones evaluadas las mermas en el rendimiento presentado en el segundo semestre pueden ser debidas a las deficiencias hídricas reportadas en las primeras etapas de cultivo (Tabla 5) respecto a los ambientes del semestre A los cuales presentaron un régimen hídrico favorable hasta la etapa de floración que reflejó en un mayor rendimiento.

4.11 PESO DE LA SEMILLA (P100GS)

En esta variable las localidades de Pupiales¹ y Puerres² con promedios de 20,10 y 19,24 gramos respectivamente, superaron a las demás localidades con promedios que oscilaron entre 15,97 y 18,45 gramos.

En Potosí¹ con excepción de las líneas ILS3566 y UN5175, los genotipos ILS3556, UN5172, ILS3555 y UN7085 con 23,63, 22,86, 21,66 y 21,56 g respectivamente superaron estadísticamente a las demás líneas con promedios que oscilaron entre 11,93 y 17,5 g (Tabla 19).

En Gualmatán¹ ILS3560 con 27,06 g superó significativamente a las demás líneas con valores comprendidos entre 12,43 y 24,76 g. De igual manera UN5172 con 24,77 gramos mostró un promedio superior a las demás líneas excepto a ILS3560.

En Pupiales¹ la línea UN5172 con 30,46 g supero a 13 de las 20 líneas evaluadas. ILS3560 con 25,36 g superó significativamente a ILS3576, ILS3559, ILS3562, ILS3575, UN5173, UN5174 y UN7093 con valores que oscilaron entre 12,26 y 17,60 g (Tabla 19).

En Ipiales¹ UN5172 con 29,06 g, presentó diferencias significativas con las demás líneas evaluadas excepto con ILS3560. Por otra parte ILS3560 con 24,13 g, superó estadísticamente a ILS3576, UN6653, ILS3562, ILS3559, UN6644, UN5174, UN5173, ILS3575, ILS3557 y UN7093 con valores que oscilaron entre 12,43 y 17,5 g. En Puerres¹ UN5172 con 28,13 gramos superó estadísticamente a las demás líneas con promedios que oscilaron entre 11,73 y 22,23 g.

En Potosí² las líneas ILS3560 y UN5172 con 24,5 y 23,66 g superaron estadísticamente a todas las líneas en estudio excepto a UN5175. Esta línea (UN5175) con 20.46 g mostró diferencias con ILS3576, UN5173, UN7093, UN5174, UN5171, ILS3556, ILS3557, ILS3559, UN7085, ILS3562 y ILS3555 con promedios que oscilaron entre 9.40 y 19.46 g.

En Gualmatán², UN5172 con 24,90 g superó estadísticamente a las demás líneas con promedios que oscilaron entre 11,06 y 19,36 g, similar resultado se observó en Pupiales² en donde UN5172 con 27,44 g superó estadísticamente a las demás líneas con promedios que oscilaron entre 13,16 y 24,30 g.

Tabla 19. Comparación de promedios para peso de semilla en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.

Genotipo	LOCALIDAD										Media genotipo	
	Poto 1	Gualma 1	Pupi 1	Ipi 1	Pue 1	Poto 2	Gualma 2	Pupi 2	Ipi 2	Pue 2		
ILS3355	21,66 ab	20,63 c	23,40	abcd	19,43 bcd	18,30 bcd	16,13 cdefg	15,23 cdefg	15,50 fghi	17,46 cdef	18,03 cde	18,58
ILS3556	23,63 a	16,30 efgh	19,46	bcdef	17,83 bcde	16,80 bcde	14,83 defgh	15,83 cdef	16,90 cdefg	17,26 cdef	18,53 cde	17,74
ILS3557	17,26 cde	17,43 efg	18,03	bcdef	16,36 cde	16,03 cde	14,73 defgh	14,10 defgh	15,50 fghi	18,70 cde	16,0 ef	16,41
ILS3558	16,06 e	17,80 ef	22,93	bcd	18,06 bcde	17,10 bcde	16,53 bcdef	13,50 fgh	15,26 fghi	17,50 cdef	21,83 bc	17,66
ILS3559	16,90 cde	15,60 ghi	15,1	ef	15,13 de	14,46 de	13,60 efgh	16,10 cdef	14,13 ghi	15,76 def	24,13 ab	16,09
ILS3560	15,93 e	27,06 a	25,36	ab	24,13 ab	22,2 b	24,5 a	16,76 bcde	24,30 b	24,96 ab	24,56 ab	22,98
ILS3562	12,23 f	14,23 hij	17,60	cdef	15,93 de	14,80 de	16,23 cdefg	12,46 gh	13,16 i	14,80 ef	15,80 ef	14,72
ILS3566	19,73 bc	17,76 ef	23,53	abcd	18,50 bcde	17,53 bcd	19,30 bc	19,36 b	19,66 c	20,06 dc	18,70 cde	19,41
ILS3575	17,50 cde	17,30 efg	17,53	cdef	17,50 cde	16,50 cde	19,46 bc	19,26 b	19,16 cd	16,90 cdef	18,20 cde	17,93
ILS3576	11,93 f	12,43 j	12,26	f	12,43 e	11,73 e	9,40 i	11,06 h	13,76 hi	13,40 f	12,20 f	12,06
ILS3586	17,50 cde	20,10 cd	24,66	abc	22,50 bc	21,40 bc	18,20 bcd	13,83 efgh	16,86 cdefg	20,96 bc	21,26 bcd	19,73
UN5171	12,63 f	16,40 efg	18,33	bcdef	18,60 bcde	17,53 bcd	14,50 defgh	16,10 cdef	16,43 defgh	18,53 cde	16,33 e	16,54
UN5172	22,86 a	24,76 b	30,46	a	29,06 a	28,13 a	23,66 a	24,90 a	27,43 a	26,50 a	26,66 a	26,44
UN5173	16,73 de	13,36 j	17,10	def	16,43 cde	15,40 de	11,36 hi	15,63 cdef	16,23 efgh	18,30 cde	19,53 cde	16,01
UN5174	17,33 cde	18,26 de	17,56	cdef	16,30 cde	15,60 de	12,63 fghi	16,0 cdef	15,13 fghi	17,90 cdef	17,33 de	16,40
UN5175	19,16 bcd	20,06 cd	20,86	bcde	19,53 bcd	18,43 bcd	20,46 ab	17,23 bc	18,36 cde	19,43 cde	21,56 bc	19,51
UN6644	17,23 cde	15,96 fghi	18,83	bcdef	17,43 cde	16,60 bcde	16,56 bcdef	13,86 efgh	16,63 defg	15,86 def	18,46 cde	16,74
UN6653	17,26 cde	17,10 efg	18,53	bcdef	15,86 de	14,90 de	17,0 bcde	15,73 cdef	16,46 defgh	17,06 cdef	16,96 e	16,69
UN7085	21,56 ab	16,13 fgh	23,50	abcd	20,43 bcd	19,46 bcd	16,06 cdefg	16,96 bcd	19,66 c	17,20 cdef	19,70 cde	19,07
UN7093	17,13 cde	13,93 ij	17,0	def	17,50 cde	16,43 cde	12,43 ghi	15,46 cdefg	17,16 cdef	15,93 def	19,13 cde	16,21
DMS Tukey	2,911	2,129	7,447	6,471	5,715	4,051	3,067	2,858	4,679	4,101		
Media Loc	17,615CD	17,633CD	20,105A	18,45BC	17,470D	16,381E	15,971E	17,388D	18,226CD	19,248AB		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En Ipiales² UN5172 e ILS3560 con 26,5 y 24,96 g presentaron diferencias significativas respecto a las demás líneas exceptuando a ILS3586 (20,96 g) con la cual ILS3560 no mostró diferencias. En Puerres² al igual que en los anteriores ambientes, la línea UN5172 con 26,66 mostró mayor promedio respecto a las demás líneas, exceptuando a ILS3559 e ILS3560. A su vez estas dos líneas (ILS3559 e ILS3560) superaron 14 de las 20 líneas en estudio que mostraron promedios inferiores a 20 g.

En general en el peso de grano seco, se destacó la línea UN5172 que mostró diferencias significativas con las demás líneas en los diez ambientes con un peso de 100 granos secos que fluctuó entre 30,46 y 22,86 g.

De igual manera sobresalió la línea ILS3560 mostrando diferencias con un alto número de líneas, en seis de los diez ambientes con promedios entre 24,13 y 27,06 g. Sin embargo, existen arvejas volubles como las variedades Andina, Sindamanoy y San Isidro con peso de grano superior a 34 g, que son muy útiles para mejorar este carácter en las líneas arbustivas.

Por otro lado es importante observar que las líneas que más se destacaron para este rasgo (peso de 100 granos secos) a través de los 10 ambientes (UN5172 e ILS3560) no corresponden a las líneas de mayor peso del grano verde en los distintos ambientes, lo cual sugiere que se trata de dos caracteres que se heredan con relativa independencia.

A pesar de las diferencias observadas, las mejores líneas para este carácter (UN5172 e ILS3560) con promedios inferiores a 31 g, estuvieron por debajo de más de la mitad de líneas arbustivas evaluadas por Solano y López (2001), cuyos promedios para cinco ambientes estuvieron entre 25 y 42.8 g.

4.12 RENDIMIENTO EN GRANO SECO (RtoGS)

En Potosí¹ las líneas UN5172 y UN7085 con 4016,7 y 3891,1 Kg.ha⁻¹ superaron significativamente a 12 de las 20 líneas en estudio. ILS3556 con 3430,4 Kg.ha⁻¹ superó a UN6653, ILS3558 y ILS3586 con 1314,3, 1366,5 y 1934,4 Kg.ha⁻¹ respectivamente, las demás líneas presentaron promedios similares. (Tabla 20). En Gualmatán¹ las líneas ILS3560 e ILS7085 con 2777,9 y 2646,2 Kg.ha⁻¹ superaron significativamente a UN6653 y UN7093 con 1453,1 y 1049,6 Kg.ha⁻¹; las demás líneas presentaron promedios similares.

En Pupiales¹ UN5172 con 4279,2 Kg.ha⁻¹ presentó diferencias significativas con las líneas ILS3556, ILS3557, ILS3558, ILS3559, ILS3576, UN5175 y UN6653 con promedios entre 2087,7 y 1428,9 Kg.ha⁻¹. La línea UN7085 con 4017,0 Kg.ha⁻¹ mostró diferencias con ILS3559, UN5175 y UN6653 con promedios de 1428,9, 1809,6 y 1749,3 Kg.ha⁻¹ respectivamente.

En Ipiales¹ las líneas ILS3556 e ILS3566 con 2294,7 y 2255,4 Kg.ha⁻¹ presentaron diferencias significativas superando a ILS3562, ILS3575 y UN6653 con 991,8, 1053,8 y 1012,9 Kg.ha⁻¹ respectivamente. Las demás líneas presentaron valores similares (Tabla 20).

En Puerres¹ se destacó la línea UN5172 con 3473,8 Kg.ha⁻¹ superando al 85% de las líneas en estudio. Por otra parte UN7085 con 2809,6 Kg.ha⁻¹ superó a las líneas ILS3576, ILS3560, ILS3558, ILS3566, ILS3557, ILS3559, UN5173, UN5174, UN5175, UN6653 y UN7093 cuyos promedios oscilaron entre 971,6 y 1697,1 Kg.ha⁻¹.

En Potosí² ILS3560 y UN5172 con 2913,4 y 2649,7 kg/ha superaron estadísticamente a UN5171, ILS3557, ILS3559, UN5173, UN6653, UN5174, ILS3566 y UN7093 con valores que oscilaron entre 1056,5 y 1538,4 Kg.ha⁻¹; adicionalmente ILS3560 mostró también diferencias significativas con ILS3555, ILS3562 y UN6644 con promedios entre 1549,8 y 1799,6 Kg.ha⁻¹.

Tabla 20. Comparación de promedios para rendimiento en grano seco en la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva a través de diez ambientes en el sur del departamento de Nariño.

LOCALIDAD												Media genotipo
Genotipo	Poto 1	Gualma 1	Pupi 1	Ipi 1	Pue 1	Poto 2	Gualma 2	Pupi 2	Ipi 2	Pue 2		
ILS3355	2808,1 abcd	2403,7 abc	2180,5 abc	1076,9 bc	2253,7 bcd	1733,6 bcdef	1928,7 ab	2494,8 ab	1527,6 ab	2438,0 bcd	2084,5	
ILS3556	3430,4 ab	2053,4 abc	2057,6 bc	2294,7 a	1794,6 bcdef	2012,1 abcdef	1623,2 ab	1453,7 b	1619,4 ab	1983,9 bcde	2032,3	
ILS3557	2229,6 bcde	1923,9 abcd	2087,7 bc	1116,6 abc	1501,2 cdef	1188,6 ef	1145,5 b	1377,8 b	1249,3 ab	1533,9 cdef	1535,4	
ILS3558	1366,5 de	2286,3 abc	1931,7 bc	1087,4 bc	1335,5 def	2030,9 abcdef	1131,6 b	1755,2 b	862,0 ab	1500,4 cdef	1528,7	
ILS3559	2128,2 bcde	2008,4 abcd	1428,9 c	1228,2 abc	1490,4 cdef	1147,0 ef	1301,3 ab	1198,9 b	1288,9 ab	2023,4 bcde	1524,4	
ILS3560	2189,4 bcde	2777,9 a	2947,7 abc	1640,5 abc	1022,9 ef	2913,4 a	1332,6 ab	1654,2 b	1522,6 ab	1290,5 ef	1929,2	
ILS3562	2110,8 bcde	1993,3 abcd	2817,6 abc	991,8 c	2564,3 abc	1549,8 bcdef	1466,7 ab	1519,2 b	799,2 b	2225,9 bcde	1803,9	
ILS3566	3152,3 abc	2534,1 ab	3280,9 abc	2255,4 ab	1365,0 def	1284,2 cdef	1777,4 ab	1458,7 b	1474,9 ab	1616,6 bcdef	2020,0	
ILS3575	2281,7 bcde	2414,1 abc	2580,9 abc	1053,8 c	1936,6 bcdef	2099,8 abcdef	2146,1 a	1842,4 b	949,2 ab	2051,7 bcde	1935,6	
ILS3576	2027,0 bcde	2099,9 abc	1952,4 bc	1282,3 abc	971,6 f	2361,5 abcd	1505,3 ab	1824,5 b	1308,3 ab	829,1 f	1616,2	
ILS3586	1934,4 cde	2091,1 abc	3073,9 abc	1874,8 abc	2133,1 bcde	2195,9 abcde	991,0 b	1393,8 b	1342,7 ab	2491,2 bc	1952,2	
UN5171	2190,5 bcde	1973,3 abcd	2499,8 abc	1188,0 abc	1939,8 bcdef	1056,5 f	1281,1 ab	1303,9 b	1146,4 ab	1323,9 def	1590,3	
UN5172	4016,7 a	2163,9 abc	4279,2 a	1527,1 abc	3473,8 a	2649,7 ab	1935,5 ab	2423,7 ab	1576,9 ab	3795,1 a	2784,2	
UN5173	2578,4 abcde	2452,3 ab	2307,6 abc	1929,1 abc	1652,0 cdef	1214,4 ef	1636,7 ab	1524,6 b	1813,4 a	1943,4 bcdef	1905,2	
UN5174	2655,2 abcde	2315,5 abc	2358,3 abc	1805,1 abc	1632,5 cdef	1264,6 def	1540,8 ab	1551,8 b	1400,1 ab	1371,3 cdef	1789,5	
UN5175	2318,9 bcde	1583,9 bcd	1809,6 c	1152,6 abc	1466,7 cdef	2384,9 abc	1293,7 ab	1611,4 b	1135,9 ab	1595,1 cdef	1635,3	
UN6644	2180,6 bcde	2306,0 abc	2440,6 abc	1237,6 abc	1960,1 bcdef	1799,6 bcdef	1142,5 b	1727,7 b	932,1 ab	1798,3 bcdef	1752,5	
UN6653	1314,3 e	1453,1 cd	1749,3 c	1012,9 c	1532,2 cdef	1128,3 ef	1389,2 ab	1835,3 b	972,3 ab	1843,6 bcdef	1423,1	
UN7085	3891,1 a	2646,2 a	4017,0 ab	1858,9 abc	2809,6 ab	2104,5 abcdef	1791,6 ab	3600,5 a	1372,3 ab	2740,3 ab	2683,2	
UN7093	2778,0 abcde	1049,6 d	2348,2 abc	1309,9 abc	1697,1 cdef	1538,4 cdef	1134,4 b	1888,6 b	948,5 ab	2046,3 bcde	1673,9	
DMS Tukey	1485,9	962,42	2128	1196,5	1112,4	1103,2	996,21	1440,4	1013,9	1132,9		
Media Loc	2479,09A	2126,49B	2507,48A	1446,16D	1826,64C	1782,88C	1474,75D	1772,03C	1262,09D	1922,10BC		

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En Gualmatán² la línea ILS3575 con 2146,1 Kg.ha⁻¹ mostró diferencias significativas respecto a ILS3557, ILS3558, ILS3586, UN6644 y UN7093 que presentaron promedios entre 991 y 1145,5 Kg.ha⁻¹, las demás líneas presentaron valores estadísticamente similares.

En Pupiales² la línea UN7085 con 3600,5 Kg.ha⁻¹ superó significativamente a las demás líneas que oscilaron entre 1198,9 y 1888,6 Kg.ha⁻¹, se exceptúa a las líneas ILS3555 y UN5172 con las cuales UN7085 no mostró diferencias significativas.

En Ipiales² UN5173 con 1813,4 kg/ha presentó diferencia estadística respecto a la línea ILS3562 la cual presentó el menor valor con 799,2 kg/ha; las demás líneas no mostraron diferencias.

En Puerres² la línea UN5172 de mayor rendimiento con 3795,1 presentó diferencias significativas con todas las líneas evaluadas, excepto con UN7085. Esta línea (UN7085) con 2740,3 Kg.ha⁻¹ superó estadísticamente a ILS3576, ILS3560, UN5171, ILS3557, ILS3558, UN5174 y UN5175 las cuales oscilaron entre 829,1 y 1595,1 Kg.ha⁻¹ (Tabla 20).

En general las líneas UN5172 y UN7085 se destacaron por su rendimiento en cuatro y tres de los diez ambientes respectivamente, superando hasta el 100% de las líneas evaluadas, además se encuentran en el grupo de mayor rendimiento en todos los ambientes.

Existen genotipos como ILS3556, ILS3560, ILS3566 y UN5173 que alcanzaron altos rendimientos en ambientes específicos, mientras que en el resto de ambientes están en los grupos de rendimiento intermedio o bajo, resultado que concuerda con estudios realizados por E. Azikgoz *et al.*, 2009 sobre Interacción Genotipo x Ambiente y análisis de la estabilidad para rendimiento de materia seca y de semilla en guisante (*Pisum sativum* L.) que indican que la significancia de la interacción genotipo x ambiente (G x A) conduce a que algunos genotipos no produzcan el mayor rendimiento en todas las localidades.

Además Polignano *et al.*, (2009) en su estudio Interacción genotipo x ambiente en líneas de arveja forrajera (almorta) (*Lathyrus sativus* L.), concluye que las interacciones presentadas indican que desde el punto de vista estadístico, el comportamiento relativo entre las líneas no es el mismo de un año a otro, lo cual no es sorprendente teniendo en cuenta las diferencias climáticas entre las estaciones de crecimiento.

Falconer y Mackay (1996) afirman que la presencia de la interacción GXA indica que la expresión fenotípica de un genotipo podría ser superior a otro genotipo en un medio ambiente, pero inferior en un entorno diferente.

El estrés por sequía grave durante las etapas de floración y el llenado de vainas puede ser la razón para el bajo rendimiento de semillas en algunos de los experimentos. En concordancia con estas observaciones, Al-Karaki (1999), y Al-Karaki y Ereifej (1997) afirman que la sequía acompañada de altas temperaturas, que ocurren con frecuencia en etapas de floración y formación de vaina, redujeron el rendimiento de semillas drásticamente bajo condiciones del mediterráneo semiárido.

El comportamiento diferencial de las 20 líneas en los diez ambientes evaluados concuerda con lo afirmado por Dehghani et al., (2008) quien considera que los cultivadores de plantas siempre encontraran interacciones G x A al probar las variedades a través de una serie de ambientes. Dependiendo de la magnitud de las interacciones o las respuestas genotípicas diferenciales con el medio ambiente, la clasificación de las variedades pueden diferir en gran medida a través de los ambientes.

4.13 ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD FENOTÍPICA (EBERHART Y RUSSELL)

4.13.1. Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para la variable rendimiento en vaina verde (RtoVV). Como se observó en el punto 3.10 (rendimiento vaina verde Kg.ha⁻¹) la interacción significativa entre líneas y ambientes permitió el análisis del rendimiento en verde para cada uno de los diez ambientes la cual ya fue discutida. En cada ambiente se logró destacar las líneas de mejor comportamiento. Sin embargo ese análisis no permite medir la estabilidad a través de los distintos ambientes.

Por lo anterior se realizó la prueba de adaptabilidad y estabilidad fenotípica de Eberhart y Russell (1966). De acuerdo con los resultados relacionados con los índices ambientales (Tabla 21) Los ambientes más favorables fueron: Pupiales1, Potosí1, Gualmatán1 y Puerres1 con índices de 2014,31, 1909,41, 1696,89 y 212,82.

Los ambientes menos favorables fueron Pupiales2, Puerres2, Gualmatán2, Ipiales1, Potosí2 e Ipiales2 y sus índices corresponden a -177,37, -650,40, -1030,53, -1068,07, -1072,39 y -1834,67.

Los parámetros de adaptabilidad y estabilidad indican que las líneas ILS3555, ILS3557, ILS3559, UN5174, UN5175, UN6644, presentaron un $\sigma^2 = 1$ y una $S_d = 0$ (Tabla 22) considerados como los genotipos de mayor estabilidad y que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales diferentes. De este grupo únicamente las líneas UN5174 y UN6644 con rendimientos de 4990 y 5293 Kg.ha⁻¹ superaron a la media general (4757) y constituyen la mejor opción desde el punto de vista de

rendimiento en vaina verde para las condiciones edafoclimáticas de los ambientes en los que se realizó la presente investigación.

Las líneas ILS3558, UN5173, ILS3560, ILS3566, y UN7093 presentaron un $\beta = 1$ que indica que fueron adaptables a las condiciones ambientales de las distintas localidades, pero los desvíos de la regresión S_d fueron significativamente mayores de 0, lo que significa que el comportamiento de estos genotipos será impredecible, en consecuencia con su recomendación se corre el riesgo de no volver a obtener el comportamiento agronómico para rendimiento que permitió su selección.

Tabla 21. Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en vaina verde (kg/ha).

AMBIENTES	MEDIAS	ÍNDICE AMBIENTAL
Pupiales1	6772,0	2014,31
Potosí1	6667,1	1909,41
Gualmatán1	6454,58	1696,89
Puerres1	4970,50	212,82
Pupiales2	4580,31	-177,37
Puerres2	4107,27	-650,40
Gualmatán2	3727,14	-1030,53
Ipiales1	3689,61	-1068,07
Potosí2	3685,29	-1072,39
Ipiales2	2923,01	-1834,67

Fuente. Este estudio

Las líneas UN6653, ILS3556 y ILS3586, presentaron un β significativamente inferior a 1 que indica que estas líneas presentan mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir son menos exigentes, pueden ser muy apropiados para ambientes de inferior calidad como Ipiales2, Potosí2, Ipiales1 y Gualmatán2 . Además estas líneas presentan un $S^2_d = 0$ que indica un comportamiento predecible. De estas líneas se destaca ILS3586, la cual logró superar la media general y puede ser una interesante opción productiva en los ambientes de menor calidad antes mencionados (Tabla 22) Sin perder mucho rendimiento en los ambientes de menor calidad.

Las líneas UN5171 y ILS3575 presentaron un β significativamente superior a 1 indica que tienen mejor respuesta a ambientes favorables como: Pupiales1, Potosí1, Gualmatán1 y Puerres1, además de presentar un comportamiento predecible ($S^2_d = 0$), de ellas se destaca la línea UN5171 que logró una media de 4690,81 Kg.ha⁻¹.

Las líneas restantes (ILS3576, UN5172, ILS3562 y UN7085) con un $B > 1$ y un $S^2d > 0$ fueron inestables e impredecibles.

En resumen de las 20 líneas evaluadas, únicamente cuatro justifican su selección por rendimiento en vaina verde, por ser predecibles ($S^2d = 0$) y por presentar un rendimiento por encima de la media general que fue de 4758 Kg.ha⁻¹. De las cuatro líneas mencionadas UN5174 y UN6644 ($B = 1$) fueron estables y pueden recomendarse para todos los ambientes estudiados; ILS3586 con $B < 1$ se recomienda para ambientes desfavorables, mientras que UN5171 expresa mejor su potencial productivo en ambientes favorables.

Tabla 22. Parámetros de estabilidad fenotípica para rendimiento en vaina verde en la evaluación de la interacción de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

GENOTIPO	MEDIA	B = 1	PROBABILIDAD (%)	$S^2d = 0$	PROBABILIDAD (%)
ILS3555	4644,43	0,73 NS	8,01	244427,64 NS	12,62
ILS3557	4494,13	1,13 NS	63,50	6826,16 NS	42,28
ILS3559	4526,29	1,09 NS	55,47	231316,28 NS	13,59
UN5174	4990,42	1,08 NS	60,02	104604,48 NS	26,74
UN5175	4571,99	0,78 NS	16,29	-197160,97 NS	100
UN6644	5293,97	1,24 NS	11,15	310973,51 NS	8,56
ILS3558	4864,93	0,70 NS	5,32	1228361,10 **	0,01
UN5173	5233,84	1,03 NS	83,51	1164106,42 **	0,02
ILS3560	4081,8	0,78 NS	15,66	704521,25 **	0,67
ILS3566	4362,75	0,99 NS	95,58	1148692,70 **	0,0303
UN7093	4377,04	0,83 NS	29,15	870481,01 **	0,21
UN6653	4054,98	0,37 **	0,0091	270410,59 NS	10,87
ILS3556	4466,57	0,54 **	0,30	250307,81 NS	12,20
ILS3586	4109,56	0,67 *	3,15	-173929,71 NS	100
ILS3575	5427,58	1,46 **	0,24	102909,27 NS	26,97
UN5171	4690,81	1,55 **	0,04	51424,83 NS	34,59
ILS3576	4596,46	0,65 *	2,37	1115690,04 **	0,03
UN5172	5192,29	1,36 *	1,67	1137001,59 **	0,03
ILS3562	5368,02	1,45 **	0,34	1502237,19 **	0,0037
UN7085	5805,79	1,48 **	0,17	656713,85 **	0,93

Media general: 4757,682

NS= diferencias no significativas

*= diferencias significativas

**= diferencias altamente significativas

4.13.2. Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para la variable rendimiento en grano seco (RtoGS). Los resultados relacionados con los índices ambientales (Tabla 23) muestran que los ambientes más favorables fueron: Pupiales1, Potosí1, Gualmatán1 y Puerres2 con índices de 647,49, 619,13, 266,52 y 62,12 respectivamente. Los ambientes menos favorables fueron: Puerres1, Potosí2, Pupiales2, Gualmatán2, Ipiales1 e Ipiales2 con sus respectivos índices -33,33, -77,08, -87,93, -385,22, -413,79 y -597,87.

Tabla 23. Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en grano seco (kg/ha).

AMBIENTES	MEDIAS	ÍNDICE AMBIENTAL
Pupiales1	2507,47	647,49
Potosí1	2479,10	619,13
Gualmatán1	2126,49	266,52
Puerres2	1922,09	62,12
Puerres1	1826,63	-33,33
Potosí2	1782,88	-77,08
Pupiales2	1772,03	-87,93
Gualmatán2	1474,74	-385,22
Ipiales1	1446,18	-413,79
Ipiales2	1262,1	-597,87

Fuente. Este estudio

Los parámetros de adaptabilidad y estabilidad indicaron que las líneas ILS3557, ILS3575, UN5171, UN5174, UN6644, presentaron un $r^2 = 1$ y una $S^2d = 0$ (Tabla 24) considerados como los genotipos de mayor estabilidad y que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales. De este grupo únicamente la línea ILS3575 con rendimiento de 1935.63 Kg.ha⁻¹ superó la media general (1859,97) constituyéndose como la mejor opción desde el punto de vista de rendimiento en grano seco para las condiciones edafoclimáticas de los ambientes en los que se realizó la presente investigación.

Las líneas ILS3555, UN5173, UN5175, ILS3556, ILS3558, ILS3560, ILS3562, ILS3566, ILS3586 y UN7093 presentaron un $r^2 = 1$ que indica que fueron adaptables a las condiciones ambientales de las distintas localidades, pero los desvíos de la regresión S^2d fueron significativamente mayores de 0, lo que significa que el comportamiento de estos genotipos será impredecible. Con la recomendación de estos genotipos se corre el riesgo de que su comportamiento agronómico para rendimiento no sea el mismo que permitió su selección.

Tabla 24. Parámetros de estabilidad fenotípica para rendimiento en grano seco en la evaluación de la interacción de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

Estabilidad							
GENOTIPO	MEDIA	B=1	PROBABILIDAD (%)	S ² d	PROBABILIDAD (%)		
ILS3557	1535,41	0,90 NS	64,45	-34120,75 NS	100		
ILS3575	1935,63	1,04 NS	82,12	54415,54 NS	5,45		
UN5171	1590,32	1,05 NS	78,25	17722,39 NS	24,05		
UN5174	1789,52	0,89 NS	59,99	45558,54 NS	7,99		
UN6644	1752,51	1,14 NS	52,84	-23926,76 NS	100		
ILS3555	2084,56	0,90 NS	61,15	86207,05 *	1,27		
UN5173	1905,19	0,68 NS	9,56	60781,01 *	4,11		
UN5175	1635,27	0,70 NS	11,79	56588,30 *	4,95		
ILS3556	2032,3	0,79 NS	27,9	163353,34 **	0,02		
ILS3558	1528,75	0,66 NS	7,92	92490,79 **	0,94		
ILS3560	1929,17	1,0 NS	97,54	331031,79 **	0,0016		
ILS3562	1803,86	1,28 NS	14,36	100233,73 **	0,65		
ILS3566	2019,95	1,32 NS	8,92	221544,48 **	0,0028		
ILS3586	1952,19	1,0 NS	97,83	152604,67 **	0,04		
UN7093	1673,9	1,12 NS	53,75	96850 **	0,76		
ILS3559	1524,36	0,56 *	2,23	42159,45 NS	9,21		
UN6653	1423,05	0,39 **	0,19	28652,09 NS	15,92		
ILS3576	1616,19	0,54 *	1,92	178174,43 **	0,01		
UN5172	2784,16	2,04 **	0,0001	310142,35 **	0,0016		
UN7085	2683,2	1,93 **	0,0007	162090,57 **	0,0304		

Media general: 1859,974 NS= diferencias no significativas *= diferencias significativas **= diferencias altamente significativas

Fuente. Este estudio

Las líneas ILS3559 y UN6653, presentaron un $B < 1$ que indica que las líneas tienen mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir son menos exigentes, pueden ser muy apropiados para ambientes de inferior calidad; además presentaron un $S^2d = 0$ lo que indica un comportamiento predecible o sea siguiendo una línea de regresión; caso contrario las líneas ILS3576, UN5172 y UN7085 presentaron un $B > 1$ que indica buen desempeño en ambientes favorables sin embargo su $S^2d > 0$ lo que sugiere un comportamiento impredecible.

4.14 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD AMMI PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE Y GRANO SECO

4.14.1 Análisis de estabilidad AMMI para rendimiento en vaina verde. En el análisis de AMMI el primer componente (CP1) explicó el 31,30% de la varianza total y el segundo eje (CP2) representó el 19,27%. En total los dos primeros componentes explicaron el 50,57% de la variación total (Tabla 25). De acuerdo con la Gráfica 1 los ambientes más contrastantes se determinan por los vectores opuestos. Ipiales1 fue contrastante con Puerres2 y Puerres1, Potosí2 y Gualmatán2 fueron ambientes contrastantes con Pupiales1 y potosí1, de igual forma Gualmatán1 fue contrastante con Pupiales2.

Los ambientes Puerres1 y Puerres2 interactuaron positivamente y la cercanía de sus vectores sugiere que tan solo uno de los dos ambientes es suficiente para futuros ensayos. Similar situación se presenta entre Pupiales1 y Potosí1. Los genotipos o líneas más estables o adaptables fueron aquellos que se acercan al origen o centro de la gráfica, lo anterior permite identificar como líneas estables a UN6644, ILS3559, UN7093, UN5175, ILS3556, ILS3586, UN5174 e ILS3557.

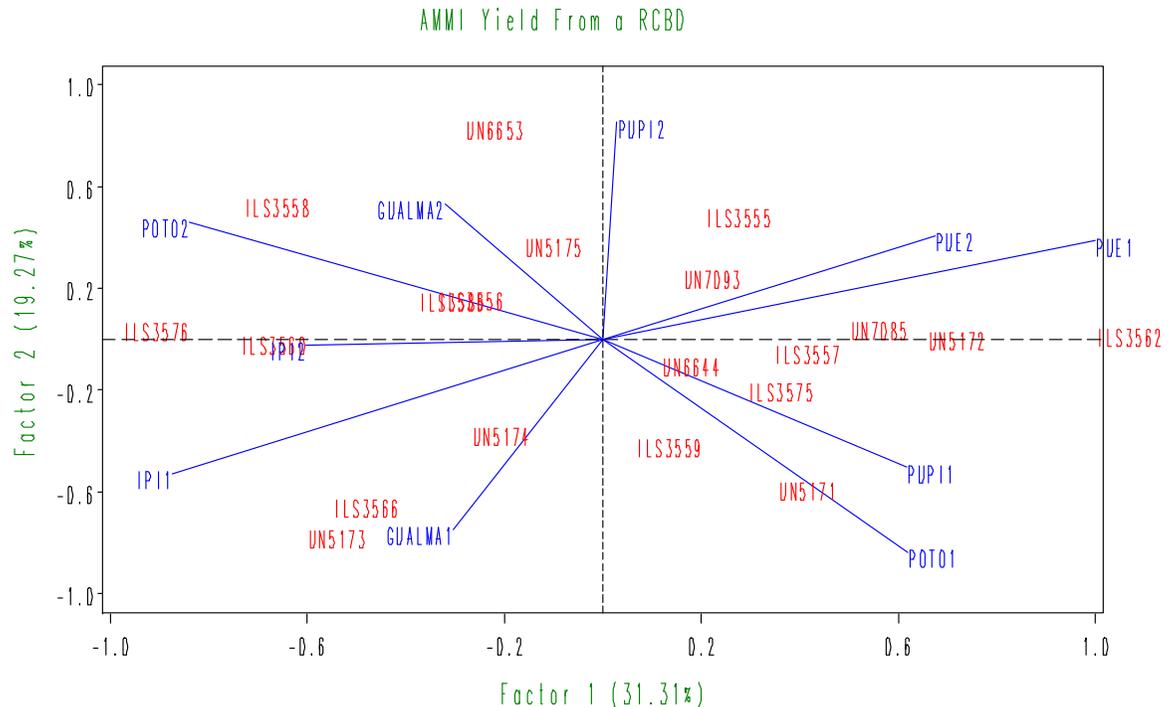
De las anteriores líneas únicamente dos (ILS3586 e ILS3556) no fueron identificadas como estables en el análisis de Eberhart y Russell (1966), las demás cumplieron con esta condición en ambos métodos. Para definir las líneas de mejor adaptación a cada uno de los ambientes se hace la proyección ortogonal del vector del genotipo sobre la dirección del vector ambiental. En Potosí1 la línea de mejor comportamiento fue UN5171, en Ipiales1 las líneas de mejor adaptación fueron UN5173 e ILS3566. Estas mismas líneas también se acercan al ambiente de Gualmatán1.

Tabla 25. Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI para rendimiento en vaina verde (t.ha⁻¹) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

Sumas de Cuadrados	Porcentajes	Porcentajes Acumulados	Grados de Libertad AMMI	Cuadrados Medios AMMI	F - AMMI	Probabilidad
181,227	31,3069	31,307	27	6,71210	5,09940	0,00000
111,521	19,2653	50,572	25	4,46085	3,38906	0,00000
82,603	14,2696	64,842	23	3,59143	2,72853	0,00004
78,888	13,6279	78,470	21	3,75658	2,85400	0,00003
74,470	12,8647	91,335	19	3,91949	2,97777	0,00003
19,761	3,4137	94,748	17	1,16241	0,88312	0,59457
16,912	2,9215	97,670	15	1,12743	0,85655	0,61385
11,081	1,9142	99,584	13	0,85236	0,64757	0,81344
2,409	0,4161	100,000	11	0,21898	0,16637	0,99897
0,000	0,0000	100,000	9	0,00000	0,00000	1,00000

Fuente. Este estudio

Gráfica 1. AMMI Biplot para rendimiento en vaina verde (t.ha⁻¹) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.



Fuente. Este estudio

En Ipiales2 la proyección ortogonal de las líneas UN5173 e ILS3566 sobre el vector de este ambiente sugiere que estas líneas tienden a ser las de mejor adaptación al mismo. En Potosí2 las líneas de mejor adaptación fueron ILS3576 e ILS3558, mientras que en Pupiales2 la mejor respuesta la tuvo la línea UN6653.

En Puerres2 la proyección ortogonal de los genotipos indica que las líneas UN7085 y UN5172 son las más adaptadas y de mejor comportamiento productivo en esta localidad, mientras que en Puerres1 el genotipo más adaptado fue ILS3562. Finalmente en Pupiales1 las líneas UN7085 y UN5172 hacen una proyección perpendicular sobre el vector ambiental que indica mejor adaptación a este ambiente.

En general, las líneas que en el análisis de adaptabilidad de AMMI se mostraron estables coinciden en un 75% con las líneas identificadas como estables y predecibles en el análisis de Eberhart y Russell (1966). Por otra parte, en la adaptación de las líneas a los ambientes específicos hay un alto grado de coincidencia con los resultados reportados en el análisis de interacción línea por ambiente de la Tabla 18.

Lo anterior sugiere que los métodos Eberhart y Russell y AMMI tienden a mostrar resultados similares permitiendo identificar las líneas más estables. Sin embargo AMMI fue más informativo, porque además de mostrar los genotipos estables permitió, identificar las líneas de mejor adaptación a ambientes específicos y adicionalmente, hacer una evaluación gráfica de los ambientes que tienen condiciones semejantes, lo cual contribuye a seleccionar y reducir ambientes para futuros ensayos.

4.14.2 Análisis de estabilidad AMMI para rendimiento en grano seco. En el análisis AMMI el primer componente (CP1) explicó el 35,8% de la varianza total y el segundo eje (CP2) representó el 19,72%. En consecuencia, los dos primeros componentes explicaron el 55,52% de la variación total (Tabla 26).

El biplot observado en la gráfica 2 muestra que existen ambientes muy contrastantes que corresponden a los vectores con tendencia opuesta. En consecuencia Potosí2 es contrastante con Potosí1. De igual manera las condiciones ambientales de Gualmatán1 y Gualmatán2 son altamente diferentes a las observadas en Puerres1, Puerres2 y Pupiales1. En el mismo sentido Ipiales1 e Ipiales2 presentan grandes diferencias ambientales con Pupiales2.

Por otra parte también es posible observar ambientes muy similares como Ipiales1 e Ipiales2; Gualmatán1 y Gualmatán2; Puerres1, Puerres2 y Pupiales1. Lo anterior sugiere que para pruebas futuras los ambientes evaluados en la presente investigación, podrían reducirse a seis, sin perder representatividad en el área de estudio.

Si se compara la gráfica de AMMI para rendimiento en grano seco con la obtenida para rendimiento en vaina verde (gráficas 1 y 2) se puede apreciar tendencias similares en la dirección de los vectores del 70% de los ambientes. Observando la ubicación de los genotipos en la gráfica 2 se puede establecer que las líneas que más se acercaron al centro y que por tanto mostraron mayor estabilidad fueron: UN5175, UN6644, UN6653, ILS3586, ILS3555, ILS3575, UN5171, ILS3559 e ILS3557.

Comparando los resultados de los dos métodos de análisis de estabilidad usados en esta investigación se puede establecer que las líneas UN6644, ILS3575, UN5171 e ILS3557 reportadas como estables y predecibles por el método de Eberhart y Russell (1966), también fueron estables en el análisis de estabilidad de AMMI.

Además las líneas UN5175, ILS3586 e ILS3555 que en Eberhart fueron reportadas como estables y no predecibles, también aparecen como estables en el método AMMI.

Sin embargo, a diferencia del método Eberhart y Russell en el cual las líneas ILS3559 y UN6653 fueron de mejor adaptación a ambientes desfavorables, la ubicación de las mismas en la gráfica de AMMI, sugiere que estas líneas también son estables.

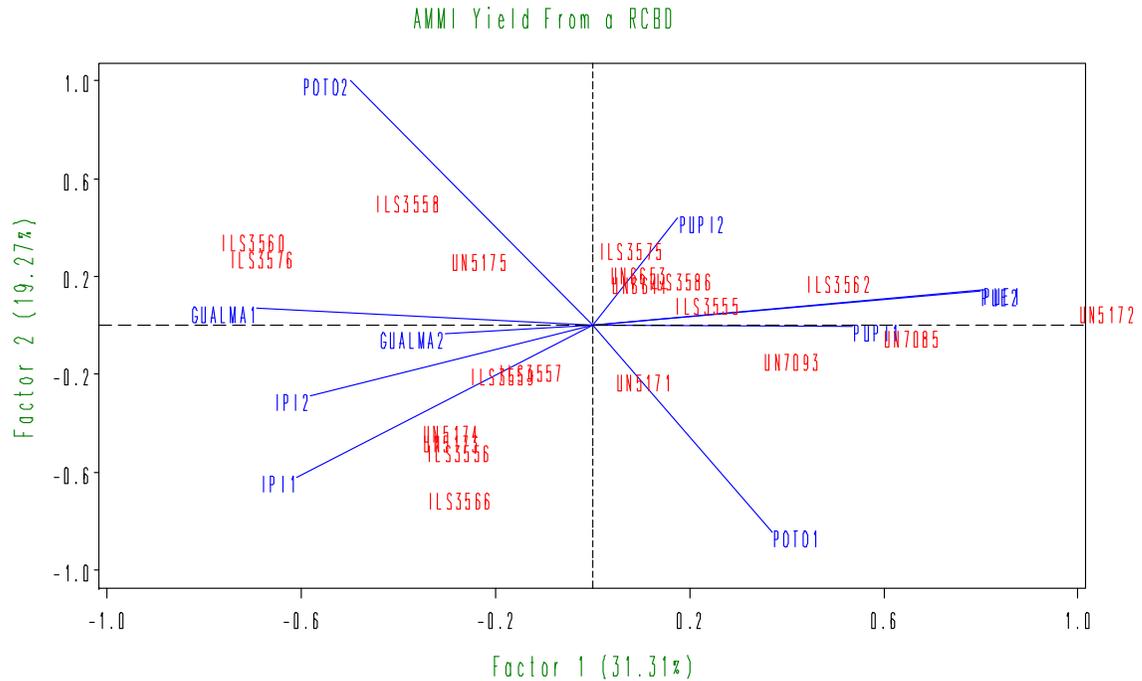
Desde el punto de vista de la estabilidad, se mantiene un alto grado de coincidencia en la identificación de líneas estables analizadas por los métodos de Eberhart y Russell y AMMI que ya fue observada en la variable rendimiento en vaina verde.

Tabla 26. Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI para rendimiento en grano seco (t.ha⁻¹) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

Sumas de Cuadrados	Porcentajes	Porcentajes Acumulados	Grados de Libertad AMMI	Cuadrados Medios AMMI	F - AMMI	Probabilidad
34,0915	35,8003	35,800	27	1,26265	6,68987	0,00000
18,7869	19,7286	55,529	25	0,75148	3,98154	0,00000
13,7620	14,4518	69,981	23	0,59835	3,17023	0,00000
10,2053	10,7168	80,698	21	0,48597	2,57480	0,00020
9,2770	9,7420	90,440	19	0,48826	2,58696	0,00032
4,0285	4,2305	94,670	17	0,23697	1,25555	0,21833
2,1421	2,2494	96,919	15	0,14281	0,75662	0,72579
1,7156	1,8016	98,721	13	0,13197	0,69921	0,76450
1,2179	1,2789	100,000	11	0,11072	0,58661	0,84001
0,0000	0,0000	100,000	9	0,00000	0,00000	1,00000

Fuente. Este estudio

Gráfica 2. AMMI Biplot para rendimiento en grano seco (t.ha⁻¹) de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.



Fuente. Este estudio

La adaptación de las líneas de arveja por su rendimiento en seco para ambientes específicos en el biplot de AMMI, sugiere que con base en la proyección perpendicular de las líneas sobre los vectores ambientales, ILS3560 e ILS3576 se adaptan mejor a Gualmatán1 y Potosí2. ILS3558 también tiende a mostrar buena adaptación en estos mismos ambientes, no obstante el coseno resultante de su proyección sobre los ambientes mencionados es menor al presentado por ILS3560 e ILS3576, lo cual sugiere que estas dos líneas presentan mejor desempeño en dichos ambientes.

La línea UN5172 al proyectarse perpendicularmente sobre la continuación de los vectores ambientales de Puerres1 y Puerres2 muestra ser la de mayor adaptación en dichos ambientes.

De igual forma la línea UN7085 mostró buen desempeño en los mismos ambientes. Continuando la proyección de los genotipos sobre los vectores ambientales se destacó por su rendimiento en Pupiales1 UN7085 e ILS3562 y en menor proporción UN7093; En Potosí1 la mayor proyección sobre el vector ambiental la obtuvieron las líneas UN5172 y UN7085. En Ipiales1 las dos líneas de mayor adaptación según la gráfica de AMMI fueron ILS3566 e ILS3556 y en

Ipiales2 las líneas de mejor comportamiento fueron UN5174, UN5173, ILS3556 e ILS3566.

4.15 REACCIÓN A ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR MILDEO POLVOSO (*Erysiphe poligoni*) Y ASCOCHYTA (*Ascochyta pisi*)

4.15.1 Reacción a Mildew polvoso causado por *Erysiphe poligoni*. Los resultados relacionados con los niveles máximos de severidad, obtenidos por las 20 líneas evaluadas, para el semestre A dentro de la escala 1 a 4, mostraron que con excepción de UN5173, todas las líneas obtuvieron una calificación de 4, que indica que el hongo afectó los tres tercios de la planta (Tabla 27). La línea menos afectada fue UN5173 con una calificación de 3 que corresponde a plantas afectadas en hojas, tallos y vainas hasta el tercio medio.

En el semestre B con excepción de ILS3560 que mantuvo la calificación de 4, las 19 líneas restantes se mostraron menos afectadas que en el semestre A, al obtener una calificación de 3, que indica que las plantas fueron afectadas hasta el tercio medio. Los anteriores resultados señalan que en las 20 líneas no fue posible encontrar genotipos con niveles de reacción a la enfermedad aceptables, que puedan seleccionarse como plantas de resistencia para los programas de mejoramiento de esta especie.

Tabla 27. Niveles máximos alcanzados en reacción a las enfermedades foliares oidio (*Erysiphe poligoni*) y ascochyta (*Ascochyta pisi*) para la evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

Genotipo	Oidio Semestre A	Asc+ An Semestre A	Oidio Semestre B	Asc+ An Semestre B
ILS3555	4	4	3	4
ILS3556	4	4	3	4
ILS 3557	4	4	3	4
ILS3558	4	4	3	4
ILS3559	4	4	3	4
ILS3560	4	5	4	4
ILS3562	4	4	3	4
ILS3566	4	5	3	4
ILS3575	4	4	3	4
ILS3576	4	5	3	3
ILS3586	4	5	3	4
UN5171	4	5	3	4
UN5172	4	5	3	3
UN5173	3	4	3	4
UN5174	4	4	3	4
UN5175	4	4	3	5
UN6644	4	4	3	4
UN6653	4	5	3	3
UN7085	4	5	3	4
UN7093	4	4	3	3

Fuente. Este estudio

Es necesario continuar buscando fuente de resistencia a este patógeno, que cada día adquiere mayor importancia en el Departamento de Nariño, en donde las variedades mejoradas de uso más frecuente como Andina, San Isidro y Sindamanoy, se muestran en los últimos años, altamente susceptibles. El agricultor se ha visto obligado al uso continuo de fungicidas a base de azufre para prevenir el ataque del patógeno.

Cuando la enfermedad no se controla oportunamente los productores se ven obligados a utilizar fungicidas curativos como Tilt y Punch, lo cual implica incrementar los costos de producción, además de la contaminación ambiental que se deriva de su utilización.

4.15.2. Reacción a la mancha de Ascochyta (*Ascochyta pisi*). Los resultados registrados en la tabla 27, mostraron mayor severidad de la enfermedad en el semestre A, que osciló entre 4 y 5 en la escala de 1 a 5. En el semestre B las líneas fueron ligeramente menos afectadas oscilando la calificación de los genotipos entre 3 y 5; sin embargo el 75% de las líneas presentaron una calificación de 4, el 20% mostró una calificación de 3 y una línea identificada como UN5175 mostró una calificación de 5.

La evaluación realizada en el semestre A permitió reconocer que el 60% de las líneas evaluadas fueron susceptibles al patógeno y el 40% restante, presentaron una reacción altamente susceptible. Ninguna línea mostró resistencia, lo cual sugiere que dentro del material evaluado no es posible obtener progenitores donantes de genes de resistencia a *Ascochyta pisi*.

La mayor severidad observada en el semestre A tanto para mildew polvoso (*Erysiphe poligoni*) como para mancha de ascochyta (*Ascochyta pisi*), está relacionada con las condiciones ambientales presentadas, en especial con la mayor humedad derivada de superiores niveles de precipitación (Tabla 5). Respecto a *Ascochyta Hagedorn, D* (1984) afirma que las estructuras de resistencia como son los picnidios se desarrollan sobre las lesiones que produce el hongo sobre el tejido foliar y se producen más conidios. La enfermedad se extiende rápidamente cuando el ambiente es húmedo.

A pesar del grado de afección de las plantas por los dos patógenos, estas lograron llegar a rendimiento. Es importante aclarar que los resultados de la tabla 27, hacen referencia a valores máximos, lo cual no significa que en todos los ambientes se haya observado alta severidad del ataque de las dos enfermedades (mildew polvoso y ascochyta), sin embargo, es discutible considerar la importancia de estos patógenos solo por el efecto sobre el rendimiento, porque si bien en todos los sitios se logró obtener rendimientos relativamente aceptables, es posible que la presencia de manchas en las vainas que en un momento no se traducen a reducción en rendimiento, si tengan gran influencia sobre la aceptación o rechazo de la producción en el mercado y condicionen su precio de venta.

Lo anterior justifica, continuar en la búsqueda de genotipos de arveja con resistencia a estos patógenos para transferir sus genes a las variedades comerciales. Al respecto Timaná, Valencia y Checa (2011), en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble frente al complejo ascochyta (*Ascochyta pisi* y *M pinodes* (*Ascochyta pinodes*), tampoco lograron identificar una reacción resistente (R) por parte de los genotipos a la enfermedad producida por *Ascochyta pisi*, sin embargo hubo respuesta a la aplicación de control químico que permitió a más del 50% de las líneas evaluadas, reducir el porcentaje de infección pasando de la calificación 4 a la calificación 3.

4.16 EVALUACIÓN PARTICIPATIVA CON PRODUCTORES

En el proceso de evaluación del comportamiento agronómico de 20 líneas de arveja arbustiva *Pisum sativum* L, en cinco municipios del departamento de Nariño, se tomó en cuenta la participación de los productores de Fedearsur (hombres y mujeres), quienes asistieron a dos jornadas una por cada semestre de cultivo, con el fin de observar y evaluar los ensayos en las diferentes localidades. (Tabla 28).

Tabla 28. Productores participantes del proceso de evaluación de 20 líneas de arveja arbustiva en dos ciclos de cultivo.

Ciclo de cultivo	Hombres	Mujeres	Total
A	37	7	44
B	40	18	58
Total	77	25	102

Fuente. Este estudio

La evaluación participativa con productores se realizó en los ensayos en los dos ciclos de cultivo cuando las vainas se encontraban para cosecha en verde (Anexo M).

Se utilizaron formatos de encuesta, que los asistentes diligenciaron teniendo en cuenta: el tipo de planta, la carga, resistencia a enfermedades, tipo de vainas y la aceptación para ser cultivadas en sus predios. Dado el nivel variable de escolaridad no todos los productores invitados en la segunda jornada respondieron las diferentes preguntas de la encuesta, sin embargo el concepto de los productores participantes permitió identificar su apreciación sobre las 20 líneas de arveja en estudio. (Tablas 29 y 30).

Tabla 29. Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja arbustiva con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre A.

Línea	Tipo de planta			Carga			Resistencia a enfermedades			Tipo de vainas			Lo sembraría			
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	Si	%	No	%
ILS3555	26	17	1	33	11	0	17	24	3	25	19	0	23	52,27	21	47,73
ILS3556	35	8	1	27	16	1	33	11	0	14	23	7	15	34,09	29	65,91
ILS3557	5	17	22	3	21	20	6	16	22	1	24	19	5	11,36	39	88,64
ILS3558	3	27	14	8	19	17	2	21	21	19	18	7	14	31,82	30	68,18
ILS3559	3	19	22	3	23	18	2	21	21	3	19	22	2	4,55	42	95,45
ILS3560	13	21	10	7	29	8	1	28	15	10	26	8	11	25,00	33	75,00
ILS3562	18	24	2	30	13	1	16	24	4	26	15	3	15	34,09	29	65,91
ILS3566	17	25	2	8	32	4	11	25	8	8	28	8	7	15,91	37	84,09
ILS3575	16	23	5	7	25	12	9	24	11	11	26	7	11	25,00	33	75,00
ILS3576	20	18	6	31	10	3	21	20	3	15	21	8	5	11,36	39	88,64
ILS3586	6	20	18	16	23	5	9	21	14	3	31	10	8	18,18	36	81,82
UN5171	24	19	1	30	14	0	18	25	1	25	19	0	21	47,73	23	52,27
UN5172	43	1	0	39	5	0	38	6	0	36	7	1	34	77,27	10	22,73
UN5173	32	12	0	32	11	1	31	13	0	30	14	0	31	70,45	13	29,55
UN5174	29	15	0	29	15	0	9	33	2	32	12	0	22	50,00	22	50,00
UN5175	17	23	4	21	23	0	2	29	13	15	25	4	15	34,09	29	65,91
UN6644	19	23	2	28	14	2	8	32	4	20	20	4	19	43,18	25	56,82
UN6653	28	14	2	35	8	1	13	29	2	27	17	0	26	59,09	18	40,91
UN7085	30	11	3	22	20	2	29	15	0	19	25	0	24	54,55	20	45,45
UN7093	16	27	1	28	16	0	7	29	8	24	16	4	21	47,73	23	52,27

B= bueno; R= regular; M= malo

Total participantes= 44

Fuente. Este estudio

Del total de 102 participantes 25 (24,5%) son mujeres, su participación dentro del proceso de evaluación se hace evidente ya que ellas desempeñan un papel importante en la toma de decisiones dentro del sistema productivo y de comercialización de la arveja y demás productos cultivados en la zona.

En el semestre A participó un grupo de 44 productores, las líneas con mayor aceptación por parte de los agricultores para ser cultivadas en sus parcelas fueron UN5172 y UN5173 con 77,27% y 70,45%, en un nivel intermedio de aceptación se encuentran UN6653, UN7085, ILS355, UN5174, UN5171 y UN7093 con 59,09%, 54,55%, 52,27%, 50,0%, 47,73 % y 47,73% respectivamente. El resto de las

líneas se encuentran en porcentajes por debajo de los señalados anteriormente, la línea ILS3559 es la menos aceptada con 4,55%. (Tabla 29).

La mayor aceptación de las líneas UN5172 y UN5173 por parte de los productores puede ser debido a la búsqueda de materiales de mayor rendimiento situación que se relaciona con el tipo de crecimiento de estas dos líneas que se comportaron como volubles y semivolubles, ya que en la zona sur de Nariño los tipos de arveja más cultivados son los de tipo volubles.

Es importante resaltar que entre las líneas con un nivel intermedio de aceptación se destacan UN6653, UN5174, UN5171 y UN7093 en las cuales predomina el tipo de crecimiento arbustivo y semiarbustivo. Entre las líneas de menor aceptación como el caso de ILS3559, los productores mencionan que el grano es muy delgado, la planta es delicada y susceptible a enfermedades.

En el semestre B participó un grupo de 58 productores, la línea más aceptada fue UN5171 con el 86,21%, le siguen UN5172, UN7085, ILS3556 y UN5173 con 55,17%, 44,83%, 43,10% y 43,10% respectivamente. Las demás líneas se encuentran en porcentajes por debajo de los señalados anteriormente, las líneas UN6653, ILS3586, ILS3559 y ILS3560 con 1,72%, 3,45%, 5,17% y 5,17% son las menos aceptadas. (Tabla 30). Para este periodo vuelven a tomar importancia para los productores las líneas UN5171, UN5172 y UN5173; mientras que ILS3559 se encuentra en el grupo de las menos aceptadas.

Tabla 30. Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja arbustiva con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B.

Línea	Tipo de planta			Carga			Resistencia a enfermedades			Tipo de vainas				Lo sembraría			
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	Si	%	No	%	NC
ILS3555	31	18	4	4	32	17	9	33	9	4	28	19	6	10,34	46	79,31	6
ILS3556	30	22	4	32	19	5	17	31	6	15	32	6	25	43,10	28	48,28	5
ILS3557	13	27	13	6	32	13	1	16	32	16	19	16	9	15,52	41	70,69	8
ILS3558	24	20	12	17	24	14	4	32	19	23	15	15	15	25,86	38	65,52	5
ILS3559	7	20	26	2	14	36	2	12	36	3	12	34	3	5,17	47	81,03	8
ILS3560	3	19	30	4	23	28	1	15	37	2	18	34	3	5,17	49	84,48	6
ILS3562	21	20	13	22	17	14	3	26	25	23	15	15	14	24,14	39	67,24	5
ILS3566	17	27	11	32	13	9	3	29	22	20	25	8	12	20,69	38	65,52	8
ILS3575	28	17	9	19	24	10	13	27	12	24	18	8	20	34,48	30	51,72	8
ILS3576	17	25	14	20	22	13	12	21	21	5	24	25	7	12,07	46	79,31	5
ILS3586	1	16	38	1	14	38	0	14	39	1	11	41	2	3,45	51	87,93	5
UN5171	3	21	33	1	26	27	2	17	35	2	25	27	50	86,21	1	1,72	7
UN5172	39	13	2	35	16	2	15	31	7	37	5	13	32	55,17	22	37,93	4
UN5173	41	13	3	31	20	7	30	19	5	27	19	8	25	43,10	27	46,55	6
UN5174	17	29	9	31	16	7	13	27	14	27	18	8	19	32,76	35	60,34	4
UN5175	25	13	13	32	8	11	6	26	18	24	18	9	15	25,86	34	58,62	9
UN6644	19	12	25	20	26	10	7	27	21	14	27	13	14	24,14	40	68,97	4
UN6653	5	21	29	8	24	21	1	22	27	3	30	19	1	1,72	51	87,93	6
UN7085	38	10	5	26	23	4	21	11	21	18	28	5	26	44,83	26	44,83	6
UN7093	22	22	11	16	27	11	20	23	9	17	23	7	19	32,76	34	58,62	5

B= bueno; R= regular; M= malo

Total participantes= 58

Fuente. Este estudio

4.17 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL PARA SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA ARBUSTIVA VS ARVEJA VOLUBLE.

Para el análisis económico se eligieron las líneas UN6644 y UN5174 que alcanzaron rendimientos superiores a la media general (4.758 Kg.ha⁻¹) sin perder su condición de arbustivas o semiarbustivas y siendo adaptables a todos los ambientes y de comportamiento predecible. Además se incluyó un testigo comercial de la zona porque no hay la cultura de producción de arveja arbustiva, en este caso se uso como testigo la variedad Andina.

4.17.1 Cantidad de semilla. El agricultor siembra 30 kilos/ha de semilla de Obonuco Andina y la cantidad sugerida en el presente estudio es de 60 kilos/ha de las líneas UN6644 y UN5174. De este modo en el ensayo se evaluó un paquete tecnológico sencillo constituido por cantidad de semilla, sistema de tutorado (Tabla 31).

4.17.2. Precio de la semilla. Se estandarizó un precio para la semilla tanto de la que utiliza el productor y la propuesta con el sistema productivo de arveja arbustiva a un valor de \$11.000 el kilo.

4.17.3. Costo de los insumos. Las cantidades de semilla, postes y fibra multiplicadas por los precios dan los costos. En la tabla 31 se observa que los costos variables son más altos en el sistema de producción de arveja voluble con un valor de \$2.690.000, por la utilización de materiales para el sistema de tutorado, mientras que en las tecnologías propuestas de producción de arveja arbustiva (líneas UN6644 y UN5174), con un valor de \$660.000 no requieren de los materiales para tutorado utilizados en arveja voluble.

4.17.4. Costo del capital. En este estudio la tasa de interés se calcula en 30% anual y el capital se utiliza durante el periodo de cultivo de cinco meses, casi la mitad del año. Así para ese periodo de cultivo, el costo del capital es del 12.5% de la inversión.

4.17.5. Costos variables. Los costos variables son \$ 3.026.250 para el sistema de producción de arveja voluble y \$ 742.500 para el sistema de producción de arveja arbustiva.

4.17.6. Rendimiento. La semilla de arveja voluble (Obonuco Andina), de acuerdo con los productores de la zona produce 8.5 ton/ha en vaina verde, mientras que UN6644 y UN5174 alcanzaron rendimientos de 5.294 y 4.990 ton/ha respectivamente.

4.17.7. Precio de la arveja cosechada. Para el primer semestre de 2011 el precio de la arveja para la zona sur de Nariño presentó un promedio de \$60.000 el bulto de 50 kilos.

4.17.8. Análisis de Dominancia. De acuerdo con la tabla 32, al enfrentar los tres tratamientos seleccionados para el análisis económico, se logró establecer que en el análisis de dominancia, el tratamiento UN5174 resultó dominado por el tratamiento UN6644, debido a que este último con el mismo costo variable obtuvo mayor ingreso neto. Por otra parte el tratamiento Andina (voluble) produjo mayor ingreso neto que el anterior (UN6644) pero requiere mayores costos variables y resultó no dominado.

Tabla 31 Costos variables e ingresos netos de la tecnología de producción de arveja tradicional voluble frente a la tecnología de producción de arveja arbustiva.

Insumos y materiales	Tecnologías de producción de arveja		
	Del agricultor (a)	Propuesta (b)	Propuesta (c)
	Tipo voluble (variedad Andina)	Tipo arbustiva (Línea UN6644)	Tipo arbustiva (Línea UN5174)
1. Cantidad de semilla (kg/ha)	30	60	60
2. Precio de la semilla (\$/kg)	11000	11000	11000
3. Costo de la semilla (\$/ha)	330000	660000	660000
4. Cantidad de fibra (Conos/ha)	40	0	0
5. Precio de la fibra (\$/cono)	8000		
6. Costo de la fibra (\$/ha)	320000	0	0
7. cantidad de postes (Und/ha)	1700	0	0
8. Precio de los postes (\$/Und)	1200	0	0
9. Costo de los postes (\$/ha)	2040000	0	0
10. Intereses en 5 meses de cultivo (%)	12,5	12,5*	12,5*
11. Costos totales	2690000	660000	660000
12. Costo de capital (\$/ha)	336250	82500	82500
13. Costos variables (\$/ha)	3026250	742500	742500
Ingresos			
14. Rendimiento promedio de la zona en vaina verde ton/ha	8,5	5,29	4,99
15. Precio al momento de la cosecha \$/Ton (Valor a marzo de 2011)	1200000	1200000	1200000
16. Ingreso total (\$/ha)	10200000	6348000	5988000
17. Ingreso neto (Ingreso total - Costos Variables)	7173750	5605500	5245500

* Tasa de interés por año 30%

Fuente. Este estudio

En consecuencia los tratamientos no dominados que son económicamente viables son UN6644 y Andina (voluble). Con estos dos tratamientos se realizó el análisis de la Tasa de Retorno Marginal.

Tabla 32. Dominancia para tres tratamientos seleccionados en el análisis económico de Presupuesto Parcial de Perrin (1976).

Tratamiento	Ingreso Neto	Costos variables	
Arveja Andina Sistema voluble	7173750	3026250	ND
Arveja Arbustiva Línea UN6644	5605500	742500	ND
Arveja Arbustiva Línea UN5174	5245500	742500	D

Fuente. Este estudio

4.17.9. Tasa de Retorno Marginal (TRM). La Tasa de Retorno Marginal se obtuvo a partir de los dos tratamientos de mayor viabilidad económica (Tabla 33). El tratamiento UN6644 alcanzó un beneficio neto parcial de \$5.605.500/Ha con un costo variable de \$742.500/Ha, siendo esta la opción económica para agricultores de menos recursos, quienes pueden lograr ingresos favorables con una menor inversión. Sin embargo si el agricultor está en condiciones económicas y cuenta con los recursos para pasar a una tecnología superior, entonces con un incremento en los costos variables de \$2.283.750/Ha, el productor puede acceder a la siembra de la variedad Andina y lograr aumentar sus ingresos netos en \$1.568.250/Ha, sobre los ingresos ya obtenidos, lo cual significa una Tasa de Retorno Marginal de 68.66%, que sugiere que por cada 100 pesos invertidos en el cambio de la siembra de la variedad arbustiva a la siembra de la variedad voluble se obtendrá una ganancia adicional de \$68.66.

Tabla 33. Tasa de Retorno Marginal para los tratamientos UN6644 (Arbustiva) y Andina (Voluble).

Tratamiento	Beneficio Neto Parcial	Costo variable	Incremento Beneficio Parcial	en Incremento Neto	en Incremento Costo variable	Tasa de Retorno Marginal TRM%
Andina Voluble	7173750	3026250				
UN6644 Arbustiva	5605500	742500	1568250		2283750	68,66

Fuente. Este estudio

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se destacaron en diferentes ambientes para número de vainas por planta las líneas ILS3576, ILS3556, UN7085 y UN5172; para peso de vainas ILS3557, ILS3558 e ILS3559; en longitud de vaina ILS3558 e ILS3559; para número de granos por vaina ILS3562, UN5174, ILS3575; para peso de 100 granos verdes UN5175, ILS3558 e ILS3559 y para peso de la semilla UN5172, ILS3560, ILS3558, ILS3559, ILS3560 y UN3575.

La identificación de las líneas de mejor adaptación a ambientes específicos para rendimiento en vaina verde y grano seco, tuvo un alto grado de coincidencia entre el método de comparación de medias de Tukey realizado para cada ambiente y el método AMMI. Sin embargo la ventaja de este último, fue la identificación gráfica de los genotipos de mejor comportamiento para cada uno de los ambientes evaluados.

Con base en la comparación de medias de Tukey por ambiente y el método AMMI, las líneas de mejor adaptación específica para rendimiento en vaina verde fueron: UN5172 en Potosí1, Puerres2 y Pupiales1; UN5171 en Potosí1; UN6644, UN3575, UN5173, e ILS3566 en Gualmatán1; UN5173 e ILS3566 en Ipiales1 e Ipiales2; ILS3576, ILS3558 en Potosí2; UN3562 en Puerres1; UN7085 y UN6653 en Pupiales2; UN7085 en Puerres2 y Pupiales1.

Con base en la comparación de promedios de Tukey y el método AMMI las líneas con mejor adaptación específica para rendimiento en grano seco fueron: ILS3560, ILS3576, ILS3558 en Gualmatán1 y Potosí2; ILS3556 e ILS3566 en Ipiales1 e Ipiales2; UN5173 y UN5174 en Ipiales2; ILS3562 y UN7093 en Pupiales1; ILS3575 en Gualmatán2.

El modelo de Eberhart y Russell (1966) permitió identificar a las líneas ILS3555, ILS3557, ILS3559, UN5174, UN5175, UN6644, como genotipos estables y predecibles para rendimiento en vaina verde. De este grupo únicamente UN5174 y UN6644 con rendimientos de 4990 y 5293 Kg.ha⁻¹ superaron a la media general (4757) y constituyen la mejor opción para los 10 ambientes involucrados en el estudio.

El modelo de Eberhart y Russell (1966) para el rendimiento en grano seco identificó como líneas estables y predecibles a las líneas ILS3557, ILS3575, UN5171, UN5174, UN6644. De este grupo únicamente la línea ILS3575 con rendimiento de 1935.63 Kg.ha⁻¹ superó la media general (1859.97) constituyéndose como la mejor opción para las condiciones edafoclimáticas de los ambientes evaluados.

Desde el punto de vista de la estabilidad, se obtuvo un alto grado de coincidencia en la identificación de líneas estables analizadas por los métodos de Eberhart y Russell y AMMI en las variables rendimiento en vaina verde y rendimiento en granos seco.

5.2 RECOMENDACIONES

Evaluar distancias de siembra y sistemas de semitutorados de los genotipos que presentaron características de porte bajo ILS3586, ILS3557, ILS3558, ILS3560, ILS3562, ILS3566, ILS3575, ILS3586, UN5171, UN5175, UN6644, UN6653 y UN7093. Así mismo realizar evaluaciones sobre distancias de siembra y sistemas de tutorados en las líneas ILS3555, ILS3556, ILS3559, UN5172, UN5173, UN5174 y UN7085 que presentaron un porte intermedio y alto.

Evaluar la fenología de la línea ILS3575 desde el punto de vista de su follaje afilo como una alternativa para mejorar distribución de las plantas en el terreno, mayor resistencia al tendido, incidencia de enfermedades fungosas, manejo del cultivo y rendimiento.

Evaluar las temporadas de cultivo a través de los ambientes (fechas y épocas de siembra) más favorables para los genotipos arbustivos.

Continuar en la búsqueda de genotipos de arveja con resistencia a estos patógenos para transferir sus genes a las variedades comerciales.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Sci.* 7:505-510.

BILGILI, U, SINCIK, M, YAVUZ, M. 2009. Genotype x environment interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in field pea (*Pisum sativum* L.). *Spanish J. Aric. Res.* 7(1): 96-106.

ACIKGOZ E, *et al.*, 2001. Improved temperature response functions for models of Rubiscolimited photosynthesis. *Plant Cell and Environment* 24(2): 253-259.

AL-KARAKI, G.N y EREIFEJ, K.I. 1997. Chemical composition of pea seeds as related to seed yield under arid and semiarid Mediterranean environments. *J Agr Crop Sci* 178, 97-102.

AL-KARAKI, G.N. 1999. Phenological development-yield relationships in semiarid Mediterranean conditions. *J Agr Crop Sci* 182, 73-78.

AMURRIO, J.M. y De RON PEDREIRA, A.M. 1994. Problemática del cultivo de variedades autóctonas y comerciales del guisante en Galicia.

ANNICCHIARICO, P. 1992. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in northern Italy. *J. Genet. Breed.*, 46: 269-277.

ARCILA, M.B. 2002. Aspectos económicos y de comercialización de Arveja en Colombia y en el Departamento de Nariño. *Corpoica Centro de Investigación Obonuco. Pasto.* S8p.

ARJONA, HR, Sabogal T, Suárez G. 1977. El cultivo de la arveja (*Pisum sativum*). Segunda edición, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá, 47 p.

ARMSTRONG, E.L., PATE J.S. 1994. Field pea crop in SW Australia. I. Patterns of growth, biomass production and photosynthetic performance in genotypes of contrasting morphology. *Aust J Agr Res* 45, 1347-1362.

BIARNÉS-DUMOULIN, V.; DENIS, J.B.; LEJEUNE-HÉNAUT, I.; ETÉVÉ, G. 1996. Interpreting yield instability in pea using genotypic and environmental covariates. *Crop Sci.*, 36: 115-120.

BRANCOURT-HULMEL, M. y C. LECOMTE. 2003. Effect of environmental variates on genotype environment interaction of winter wheat: a comparison of biadditive factorial regression to AMMI. *Crop Sci.* 43: 608-617.

BITRAGO, Y. DUARTE, C. SARMIENTO, A. 2006. El Cultivo de la Arveja en Colombia. Bogotá. Produmedios. 83p.

CABANILLAS, M.; RAMOS, W.; ROSALES, L.; VELAZQUES, S. 2008. Manejo de cultivo de arvejas en diferentes sustratos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Oxapamba. 42p.

CALDERÓN BRAN.; DARDON AVILA.; DEL CID MAZARIEGOS. 2000. Manejo integrado del cultivo de arveja china. Guatemala. 22p.

CASTELLANOS, J. MARTÍNEZ, A. MOLINA, J. RODRÍGUEZ, E. y VILLASEÑOR, H. 2005. La interacción genotipo x ambiente en la caracterización de áreas temporeras de producción de trigo.

CASTILLO, M. 1984. El Cultivo de Arveja. Temas de orientación agropecuaria. (Colombia) 23, pp39-42.

CELIS, A. y PRETT, G. Producción estival de arvejas verdes en la costa interior en la Décima Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Chile. Boletín Técnico Remehue N° 232 12p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- CIAT. 1989. Principios básicos para el manejo de malezas en los cultivos. Guía de estudio, serie 04SW-01.01. CIAT, Cali. 36 p.

CHECA, O. 1995. Ica-Corpoica -Sindamanoy Variedad Mejorada de Arveja para Clima frío. Corpoica - lea - Fenalce Corpocebada. Plegable divulgativo Produmedios Pasto.

CHECA, O. 1994. La Arveja y sus sistemas de Cultivo Corpoica - ICA - Fenalce -Corpocebada. Boletín Divulgativo No. 104- Produmedios Pasto

CONSOLIDADO AGROPECUARIO DE NARIÑO. 2008. Pp- 2.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL - CCI. 2004. Comercio de frutas y hortalizas en Bogotá. En <http://www.cci.org.co>.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL - CCI. 2004. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. En <http://www.cci.org.co>.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL - CCI. 2001. Boletín informativo Sipsa. En <http://www.cci.org.co>.

CORREIA, J. PATTO, M. CARVALHO, L. NUNES, J. 1996. Parâmetros de estabilidade de algodoeiro herbáceo avaliado na região nordeste do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 31: 877-883.

COUTIÑO-ESTRADA, B. y VIDAL-MARTÍNEZ, V. A. 2003. Grain yield stability of corn hybrids using best linear unbiased predictors. *Agrociencia* 37: 605-616.

CROSSA, J. Y CORNELIUS, P. L. 2000. Modelos lineales bilineales para el análisis de ensayos de genotipos en ambientes múltiples. *In*: Simposium: Interacción Genotipo \times Ambiente. XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. 15-20 de octubre. Irapuato, México. pp: 61-88.

CROSSA, J. 1990. Statistical analyses of multilocation trials. *Adv. Agron*, 44: 55-85.

CROSSA, J.; GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international cultivar trials. *Crop Sci.*, 30: 493-500.

DAVIES, D.R., BERRY, G.J., HEATH, M.C., DAWKINS, T.C.K. 1985. Pea (*Pisum sativum* L.). *In*: Grain legume crops (Summerfield R.J., Roberts E.H., eds.), Ch.5, Collins, London, pp. 147-198.

DAVIES, D.R. 1993. The pea crop. p.1-12. *In* R. Casey y R. Davies (ed.) Peas: Genetics, molecular biology and biotechnology. CAB International, Wallingford, UK.

DEGHANI, H.; SABAGHPOUR, S. H. y SABAGHNIA, N. 2008. Genotype \times environment interaction for grain yield of some lentil genotypes and relationship among univariate stability statistics Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) Spanish Journal of Agricultural Research 6(3), 385-394 Available online at www.inia.es/sjar

DÍAZ, J. y PEÑALOSA, E. Periodo crítico de interferencia de malezas en arveja (*Pisum sativum* L.) cv. progreta, y lenteja (*Lens culinaris* M.) cv. ARAUCANA-INIA.

DUQUE, A.F. y VERGARA, J.R. Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai), *Trichoderma koningii* (Oudemans. A) Y *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas, sobre la mancha foliar causada por *Ascochyta pisi* (Lib.) en el cultivo de la arveja *Pisum sativum* (L.)

EBERHART, S.A. y RUSSELL, W.A. 1996. Stability parameters for comparing varieties. *CROP Sci.*, Madison, V.6, P.36-40.

FAIGUENBAUM, H. 1993. Producción de arvejas y habas para la agroindustria de congelados. *Agroeconómico* 3 :29-3 5.

FALCONER, D. S. y MACKAY, T. F. C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th edition, Longman, New York, P.132-133.

FARQUHAR, G.D. VON CAEMMERER, S. y BERRY, J.A. 1980. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. *Planta* 149(1): 78-90

FARQUHAR, G.D. VON CAEMMERER, S. y BERRY, J.A. 2001. Models of photosynthesis. *Plant Physiology* 125: 42-45.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. 1986 El cultivo de arveja. ed. Programa de diversificación en las zonas cafeteras. Cali. Liloconcoa, "S.F." 18p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS- FENALCE. Indicadores cerealistas primer semestre de 2009 en: www.fenalce.org

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS- FENALCE. Indicadores cerealistas Total 2010. DEPARTAMENTO ECONÓMICO. 65pg PDF. En <http://www.fenalce.org/archivos/Indicadores.pdf>

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS- FENALCE. El cultivo de la arveja. Historia e importancia. Mayo-junio 2010. 3 pág. En http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf

FINLAY, K. y WILKINSON, G. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.

FLORES, F.; MORENO, M.T.; CUBERO, J.I. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze GxE interaction. *Field Crops Res.*, 56: 271-286.

FOX, P.N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I., 1997. Multi-environment testing and genotype x environment interaction. En: *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation*. R.A. Kempton, P.N. Fox (eds), Chapman y Hall, London, pp117-137.

FRENCH, R.J. y KAN, T.N. 1997 Plant characters associated with high seed yield of field pea (*Pisum sativum* L.) In a Mediterranean environment: dry matter production and harvest index. International Food legume Research Conference III. Adelaide, p. 115.

GALINDO, J. R. y CLAVIJO, P. 2009. Fenología del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo

cubierta plástica. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 10(1), 5-15.

GARZÓN, M. y GASCA, H. 1990. Comportamiento de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L) para uso industrial bajo dos sistemas de siembra y cuatro densidades en las condiciones de la Sabana de Bogotá. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 6-45.

GAVIRIA, E., LÓPEZ, M., Medina, C. y LOBO, M. Efecto de las estipulas y las hojas e el rendimiento de la arveja (*Pisum sativum* L.).

GAUCH, H.G. 1990. Using interaction to improve yield estimates. En: Genotype-by-environment interaction and Plant Breeding. M.S. Kang (Ed). Louisiana University. Baton Rouge, pp. 141-150.

GAUCH, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics, 44: 705-715.

GAUCH, H.G., ZOBEL, R.W., 1988. Predictive and postdictive success of statistical analyses of yield trial. Theor. Appl. Genet., 76: 1-10.

GONZÁLES FORERO, F. y LIGARRETO MORENO, G. Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) bajo sistema de agricultura protegida. Fitotecnia colombiana Volumen 6 No 2 pp. 52-61 julio a diciembre de 2006.

GONZÁLES, G. 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.) Tesis de Doctorado. Facultad de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid, España. 307 p.

GONZALEZ, T., MONTEVERDE, E., MARIN, C. Comparación de tres métodos para estimar estabilidad del rendimiento en nueve variedades de algodón. *INCI*. [online]. mayo 2007, vol.32, no.5 [citado 01 Noviembre 2009], p.344-348. Disponible en la World Wide Web: <<http://www.scielo.org.ve/scielo.php>

GUILIONI, L., WÉRY, J., LECOEUR, J. 2003. High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Funct Plant Biol* 30, 1151-1164.doi: 10.1071/FP03105.

GUTIÉRREZ, J. 1992. Estudio de variedades y zonas aldoneras en el Valle de Guadalquivir. Informaciones técnicas. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. España. 65 pp.

HAGEDORN, O.J. 1984. Compendium of pea disease. The American phytopathological society. Minnesota 57p.

HORTON, D. 1982. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa al nivel de finca. Boletín de Información Técnica 16. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 16 pp.

ICA. 1993. Hortalizas. Manual de asistencia técnica. No. 28. 245-251, Pág. 555. Bogotá, Colombia.

ICA. Inscripción variedad Sindamanoy. Mayo 15 de 1996. 2 Pág.

ICA. Obonuco San Isidro. Registro de Cultivar Comercial para Producción y Comercialización de Semillas en Colombia. Resolución 002736 del 1ro de Octubre de 2006. 5 Pág.

ICA. Obonuco Andina. Registro de Cultivar Comercial para Producción y Comercialización de Semillas en Colombia. Resolución 002620 del 25 de Septiembre de 2006. 5 Pág.

INAT-CORPOICA. 2000. Manejo de cultivos bajo riego en distritos de pequeña escala. Manual de asistencia técnica, No. 5. Convenio Inat-Corpoica. pp 51-53 Pág. 210.

JIMÉNEZ, J. y RUIZ, O. Determinación y aplicación de métodos estadísticos, para medir estabilidad genética en vegetales, caso: banano.

KEHR, M. y MERA, K. 2007. Arvejas de vaina comestible Sugar Snap. Instituto de Investigaciones Agropecuarias –INIA. Fundación para la Innovación Agraria-FIA. Temuco Chile. 97p.

KEMPTON, R.A. 1984. The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. J. Agr. Sci. Camb., 103: 123-135.

KIELPINSKI, M. y BLIXT, S. 1982. The evaluation of afila character whit regard to its utility in new cultivars of dry pea Agri Hortique Genetic 40:51-74.

KHVOSTOVA, V. V. Genetics and breeding of peas. Usda. Springfield USA. (1983). Pp1-5, pág. 80.

KRARUP, AAGE. 1989. Producción de arvejas en verde. En: Serie Carillanca N°10. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca. Seminario nacional de leguminosas de grano. p. 186-223.

LARRAIN, M.F. y ALCALDE, J.A. Determinación de las fases de sensibilidad e insensibilidad a fotoperiodo en la etapa de prefloración en arveja (*Pisum sativum* L.). Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería

Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 306-22, Santiago, Chile 2003.

MAGARI, R. y KANG, M. 1997. SASStable; Stability of balance and unbalance data. *Agron. J.* 89: 929-932.

MAKASHEVA, R.K. 1983. The pea. 267 p. Kolos Publishers Leningrad. Translated from Russian by B.R. Sharma. Published for United State Department of Agriculture and National Science Foundation. Washington D.C. New Delhi, India.

MARTÍNEZ, O. y DE RON PEDREIRA, A. 2002. Agronomía y mejora genética del guisante de vaina comestible.

MATEO BOX, J. Guisante: variedades y cultivo. Instituto nacional de Semillas Selectas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. p. 187.

MAYNARD, C. 1996. GLOSARIO DE GENÉTICA FORESTAL. Apuntes: Curso Mejora genética Forestal Operativa. Universidad Austral de Chile. Traducido y adaptado al castellano por Roberto Ipinza 1997 y revisado por Rodrigo Vergara 8/10/98.

MEIER, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. 2ª ed., Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura, Alemania. 149 p.

MERA, M. 1989. Densidad poblacional y espaciamiento en arvejas (*Pisum sativum* L) para grano seco de follaje reducido. *Agricultura técnica*. Chile. 49 (2): 142-152.

MERA, M., KEHR, E., MEJÍAS, J., IHL, M. y BIFANI, V. 2007. Arvejas (*Pisum sativum*) de vaina comestible "Sugar Snap": Antecedentes y comportamiento en el sur de Chile.

MONSALVE, O. Convenio de modernización y diversificación para la cebada In: Curso sobre leguminosas comestibles de clima frío. Colombia ICA, 1993. Pp55-58.

MOORE, S. y O'BRIEN, L. 1997. Phenology and grain yield of pea. International Food Legume Research Conference III. Adelaide, p. 117.

MORENO, M. y DILMAR, J. 1987. Manual de mejoramiento de la arveja. ICA, Bogotá DC. Colombia. 18 p.

MUEHL BAUER, F.J.; SHORT, R.W. Y KRAFT, J.M. 1983. Descriptions and culture of dry pers. U.S.D.A., ARS, Agr. Reviews and News. ARM-W. 57-92.

NACHIT, M.M.; NACHIT, G.; KETATA, H.; GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W., 1992. Use of AMMI and linear regression models to analyse genotype-environment interaction in durum wheat. Theor. Appl. Genet., 83: 597-601.

NEY, B.; DUTHION, C., TURC, O. 1994. Phenological response of pea to water stress during reproductive. Crop Sci., 34: 141-146.

PACHECO, C.A. y VERGARA, M.C. 2005. Clasificación de 127 materiales de arveja (*Pisum sativum* L.) de acuerdo con el comportamiento agronómico y caracteres morfológicos. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Escuela de Posgrados.

PETERSON, C. J. y PFEIFFER, W. H. 1989. International winter wheat evaluation: Relationship among test sites based on cultivar performance. Crop Sci. 29: 276-282.

PEERIN, R.K *et al.*, (1976). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Mexico, D.F. CIMMYT. 54p.

POLIGNANO, G. B., BISIGNANO, V. TOMASELLI, V. UGGENTI, P. ALBA, V. y DELLA GATTA, C. Genotype x Environment Interaction in Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Lines. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Agronomy Volume 2009, Article ID 898396, 7 pages doi:10.1155/2009/898396

PRIETO, G. y ANTONELLI, M. Evaluación de cultivares de Arveja (*Pisum sativum*) en el sur de Santa Fe Argentina.

QUEVEDO, D. y SANCHEZ, G. 1988. Comportamiento agronómico de seis cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro densidades de siembra, Tesis Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RADOSEVICH, S.R., HOLT, J.S. Y GHERSA, C. 1997. Weed ecology: implications for management. Segunda edición. John Wiley & Sons, Nueva York. 430 p.

RIOJAS, R. Y UGÁS, R. Ensayo comparativo de cultivares de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en Pucará – Huancayo. Programa de hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina- Lima Perú. En : http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Anales_Cientificos/congresoarequipaRolando2.pdf

RODRIGUEZ, B., TENORIO, J. L.; CONDE, J. R. y AYERBE, L. 1993. Rendimiento y sus componentes en variedades de guisante (*Pisum sativum* L.) con diferentes grados de estrés hídrico.

VASSILEVSKA – IVANOVA, R. Y NAIDENOVA, N. Genotype- environment interaction and stability analysis of some yield components in field peas (*Pisum sativum* L.). Comptes rendus de l'Académie Bulgare des Sciences. Tomo 57 No 11 de 2004.

SAINDON, G. Y SCHAALJE, G.B. 1993. Evaluation of locations for testing dry bean cultivars in western Canada using statistical, procedures, biological interpretation and multiple traits. Can, J. Plant Sci., 73: 985-994.

SAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA, G. 1999. Manejo Agronómico de Leguminosas en Zonas Cerealistas - Udenar-Profriza Corpoica-Fenalce-Corpotrigo. ISBN 958 - 9479-04-9. Pasto.

SCHUCHERT, W. 2000. Garden Pea (*Pisum sativum* L.). Consultada en la página:
<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/PisumsativumL/Pea.html>

SNOAD, B. Y ARTHUR, A.E. 1974. Genotype-environment interactions in peas. Theor. Appl. Genet., 44: 222-231.

SOLANO, J.F. Y LÓPEZ, L.R. 2001. Evaluación de la variedad Lojanita y 25 líneas avanzadas de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) en cinco localidades del Departamento de Nariño. Tesis de grado. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto-Nariño. 116p.

TAMAYO, M., P. J. 1995. Manejo y control de las enfermedades del frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Boletín Técnico. 50 pp.

TIMANA, Y.; VALENCIA, A.; CHECA, O., 2011. Evaluación del complejo *Ascochyta* y *Mycosphaerella* pinodes (A pinodes) en 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) Tesis en proceso de publicación. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 24p.

TOBÓN DUQUE, A. Y VERGARA, J. 2004. Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai), *Trichoderma koningii* (Oudemans. A) Y *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas, sobre la mancha foliar causada por *Ascochyta pisi* (Lib.) en el cultivo de la arveja *Pisum sativum* (L.). Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas.

UNITED STATUS DEPARTMENT OF AGRICULTURE-USDA. National Agricultural Statistic Service. JERARDO, A. y LUCIER, G. Vegetables and Melons Outlook. Reporte en <http://www.fenalce.net/archivos/entorno2006.pdf>.

VALLEJO, F. A., ESPITIA, M., CHECA, O., LAGOS, T., SALAZAR, F. y RESTREPO, E. 2005. Análisis estadístico para los diseños genéticos en fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia 249p.

VALLEJO, F. Y ESTRADA, S. 2002. Mejoramiento genético de plantas, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Editorial Feriva S.A., Cali, Colombia 402p.

VAN EEUWIJK, F.A.; ELGERSMA, A. 1993. Incorporating environmental information in an analysis of genotype by environment interaction for seed yield in perennial ryegrass. *Heredity*, 70: 447-457.

VELASCO MENDOZA, L. E., GONZÁLEZ, F. C., SANTANA, T. C., MARTÍNEZ, A. 2009. Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. i: variabilidad genética y adaptabilidad.

VILLASEÑOR, H. E. y E. ESPITIA, R. 2000. Características de las áreas productoras de trigo de temporal: problemática y condiciones de producción. *In*: Villaseñor M., H. E. y E. Espitia R. (eds). El Trigo de Temporal en México. Libro técnico N° 1. Dirección agrícola. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Agricultura y Ganadería. pp: 85-98.

WESTCOTT, B. 1987. A method of assessing the yield stability of crop genotypes. *J. Agric. Sci. Camb.* 108: 267-274.

WILSON, D.R. Y ROBSON, M. 2006. Pea phenology responses to temperature and photoperiod. 13th Australian Agronomy Conference 10-15 September 2006, Perth, WA. En: Australian Society of Agronomy, <http://www.regional.org.au/au/asa/1996/contributed/590wilson.htm>.

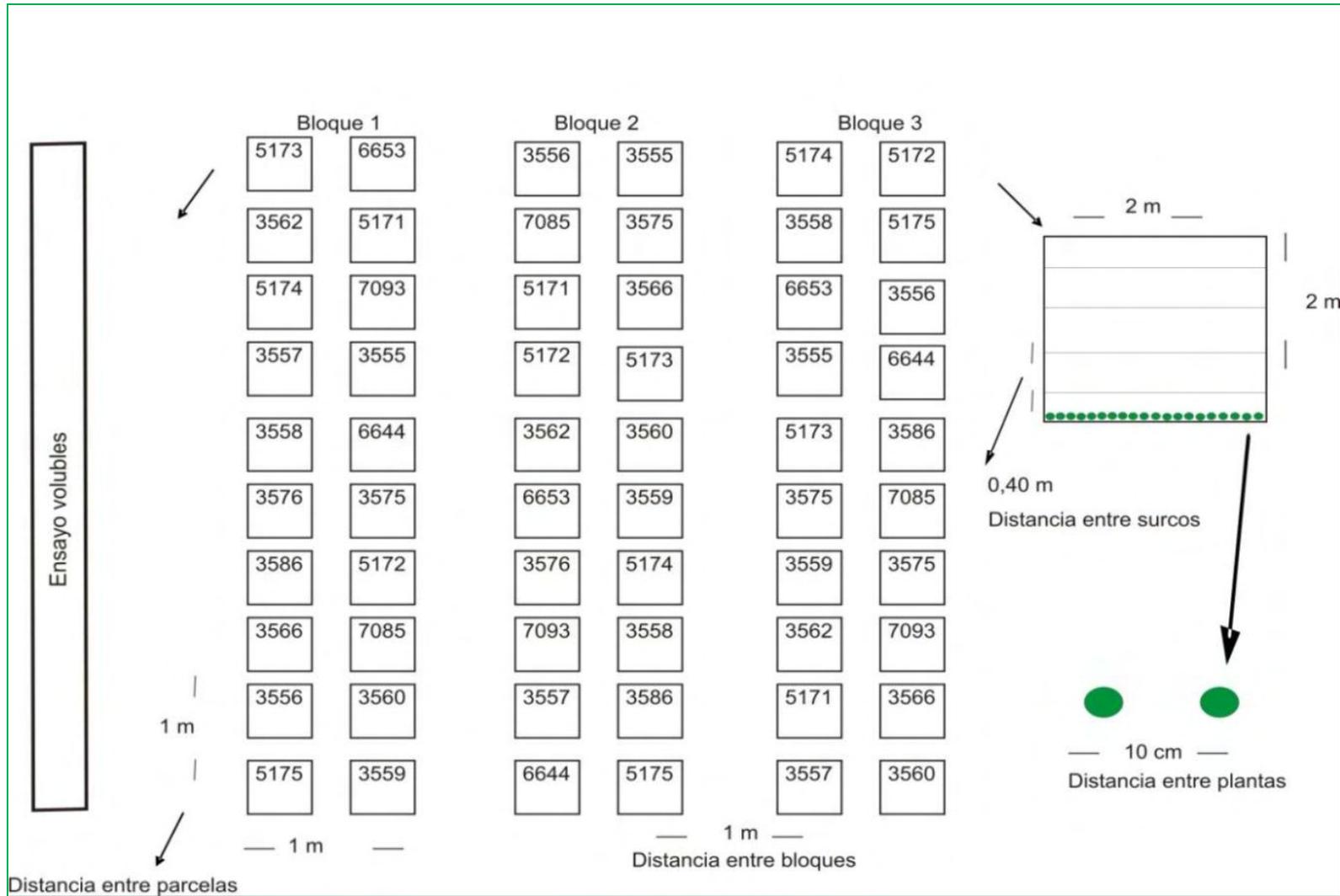
YAN, S.K. 1995. Regression and AMMI analysis of genotype – environment interaction. An empirical comparison. *Agron. J.* 87, 121-126.

ZABALA-GARCÍA, F., BRAMEL-COX, P.J. Y EASTIN, J.D. 1992. Potential gain from selection for yield stability in two grain sorghum population. *Theor. Appl. Genet.* 85, 112-119.

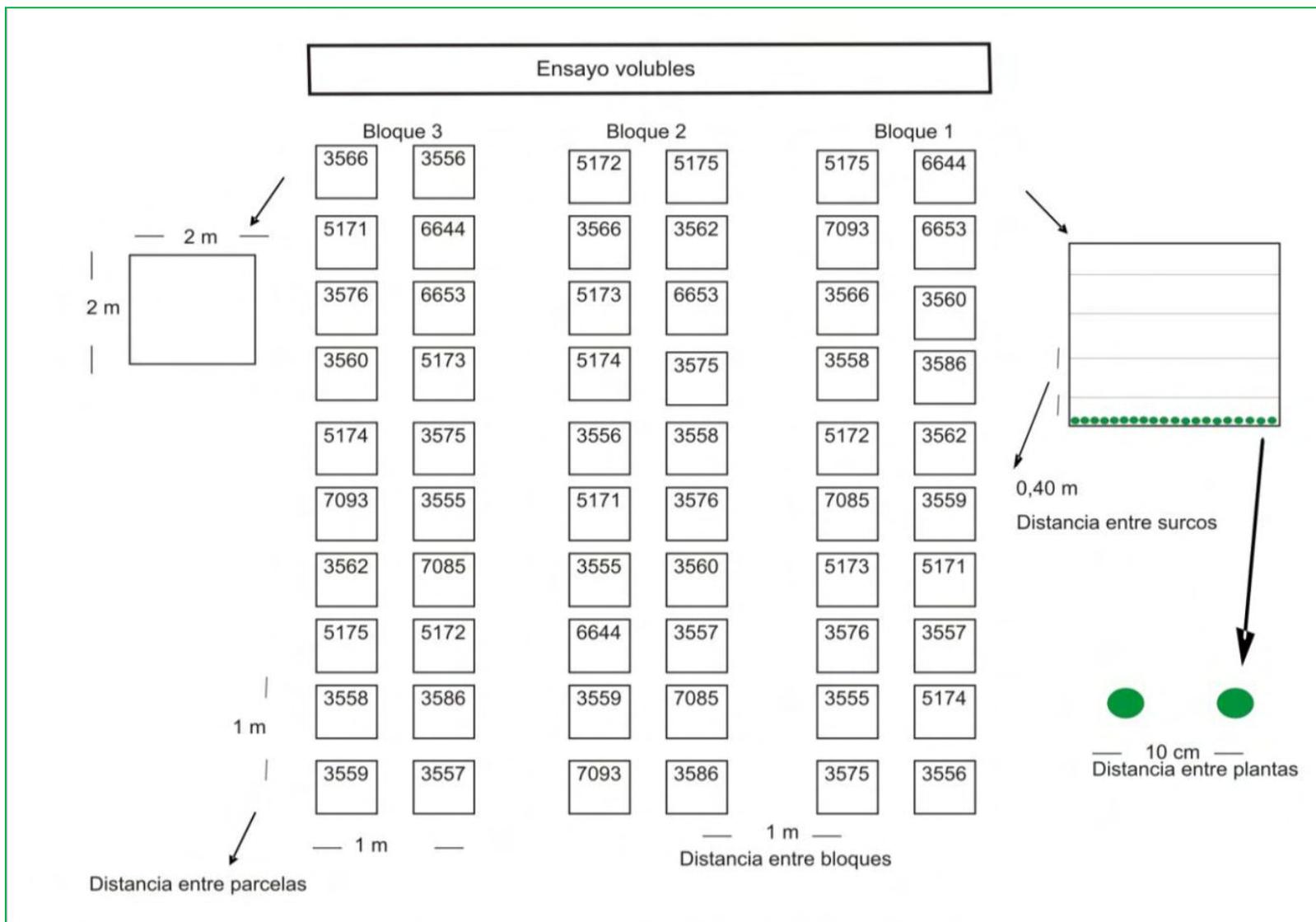
ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J. Y GAUCH, H.G. 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, 80: 388-393.

ANEXOS

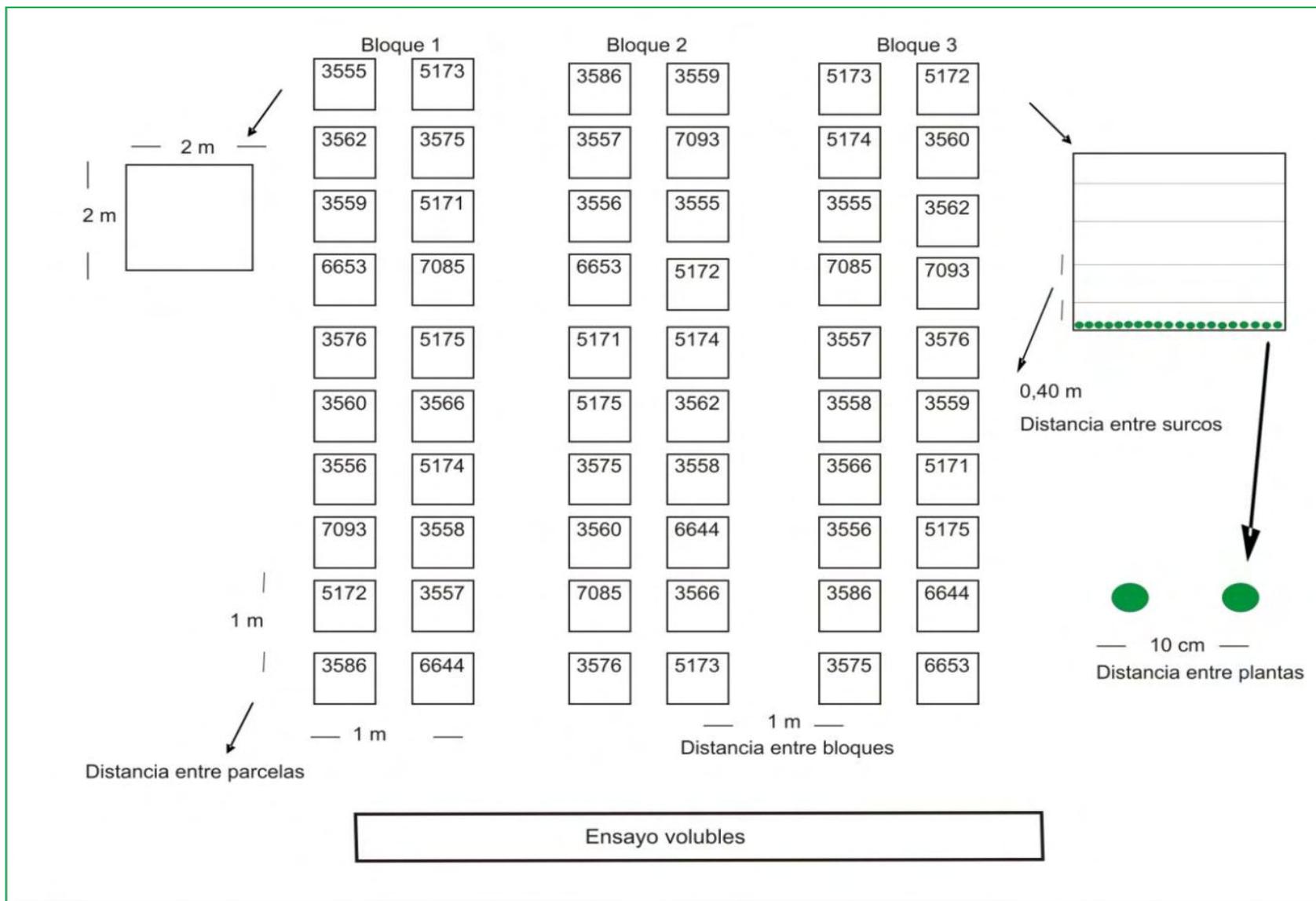
ANEXO A. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSÍ



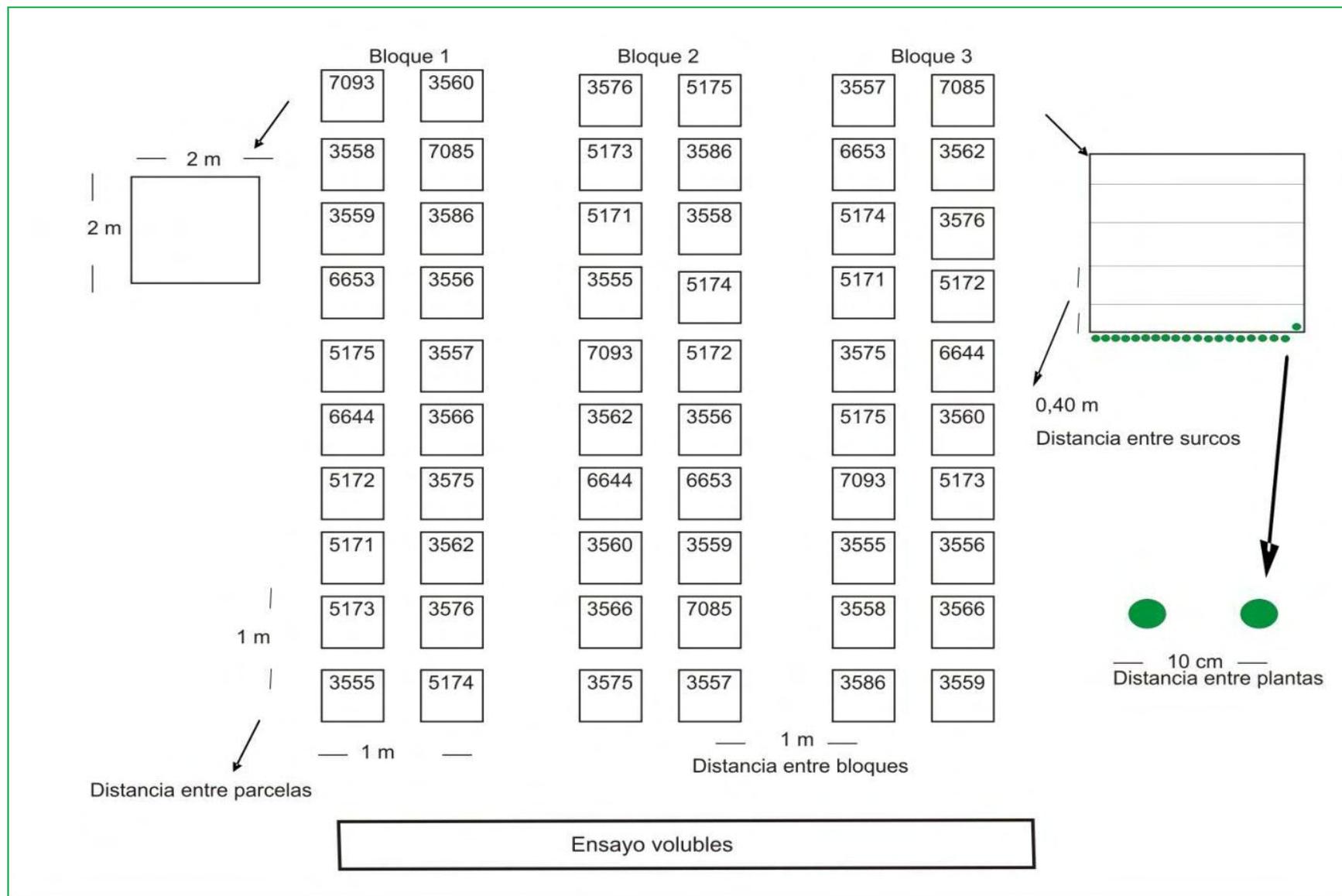
ANEXO B. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE GUALMATÁN1



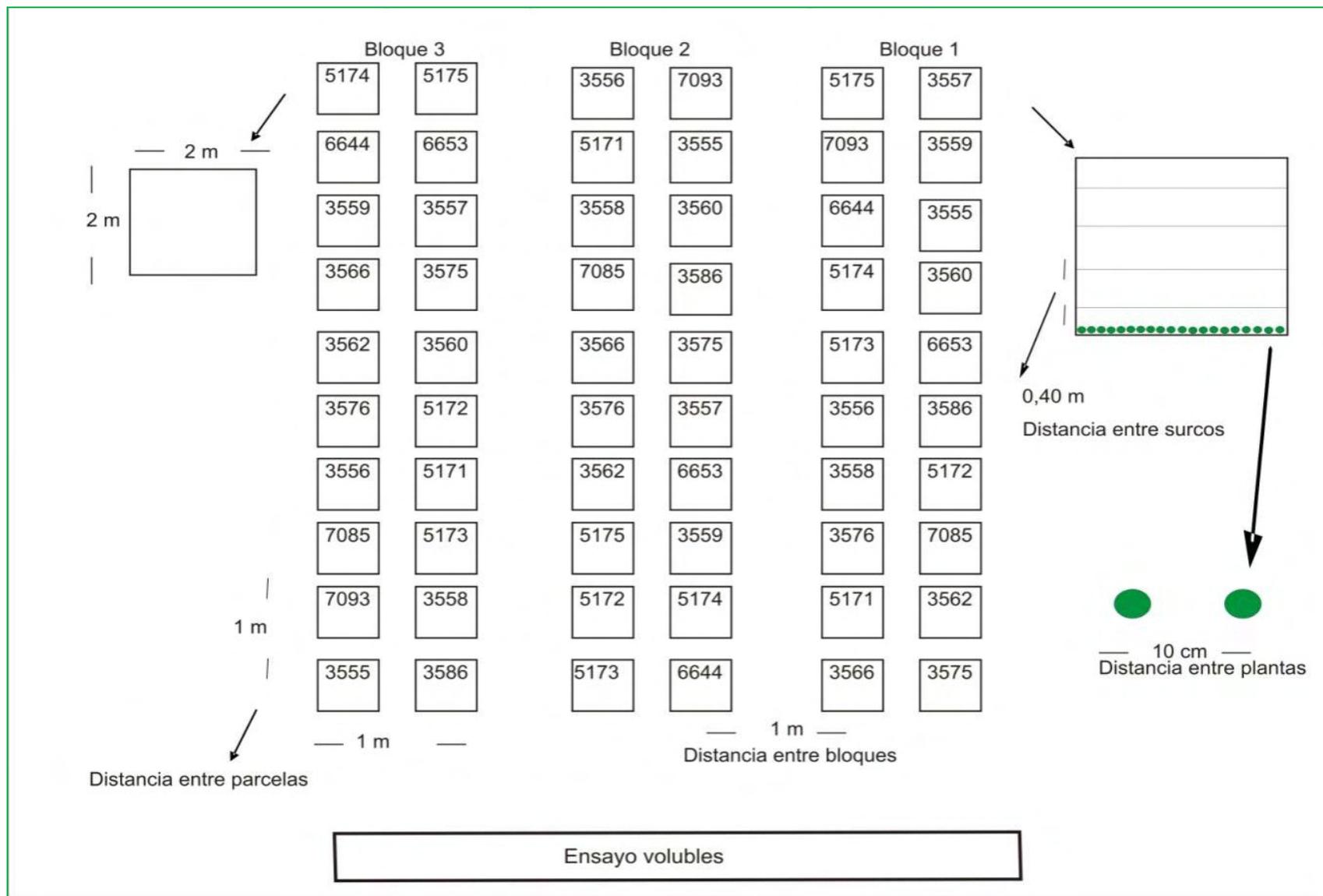
ANEXO C. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUIPALES1



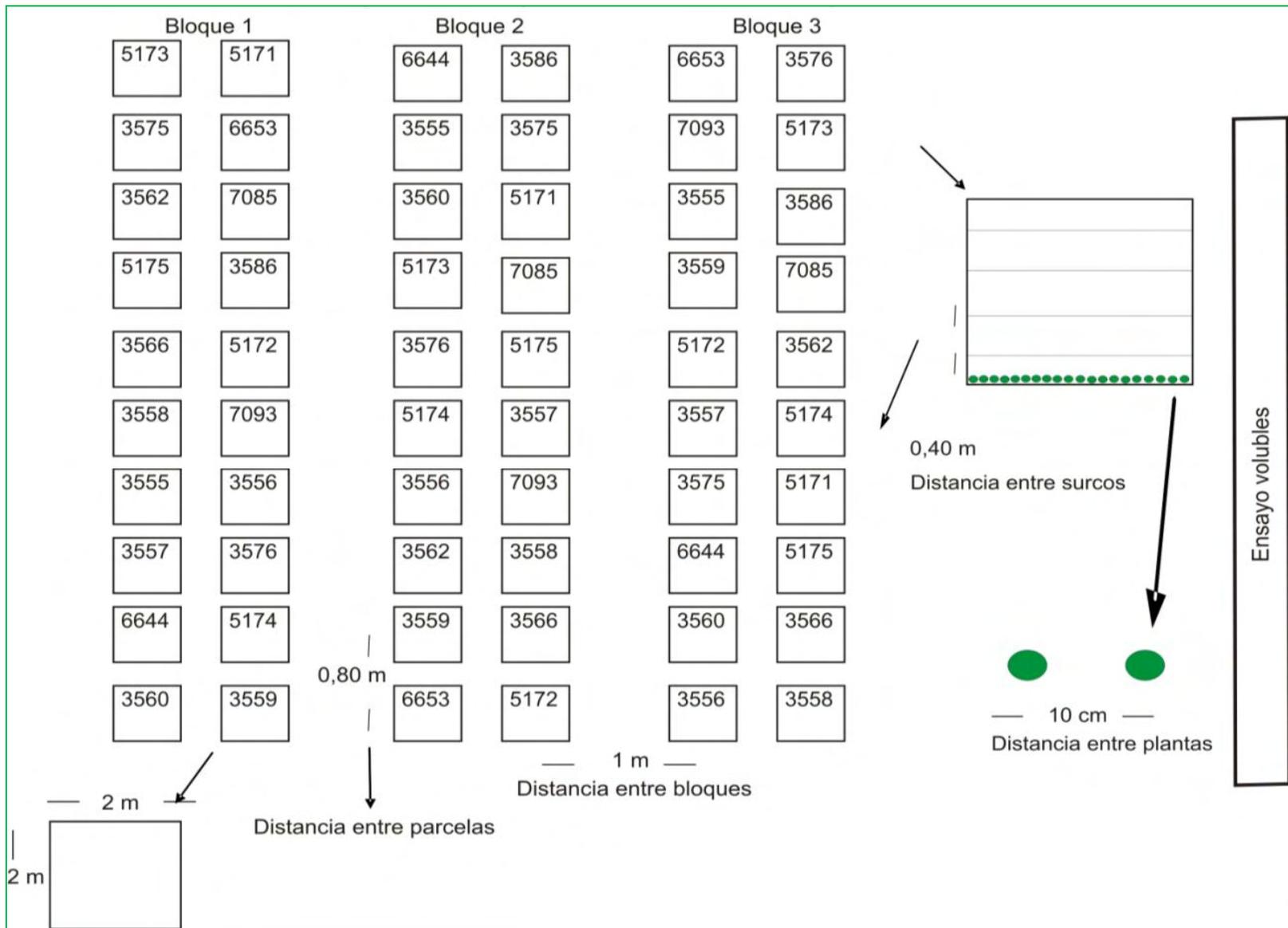
ANEXO D. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES1



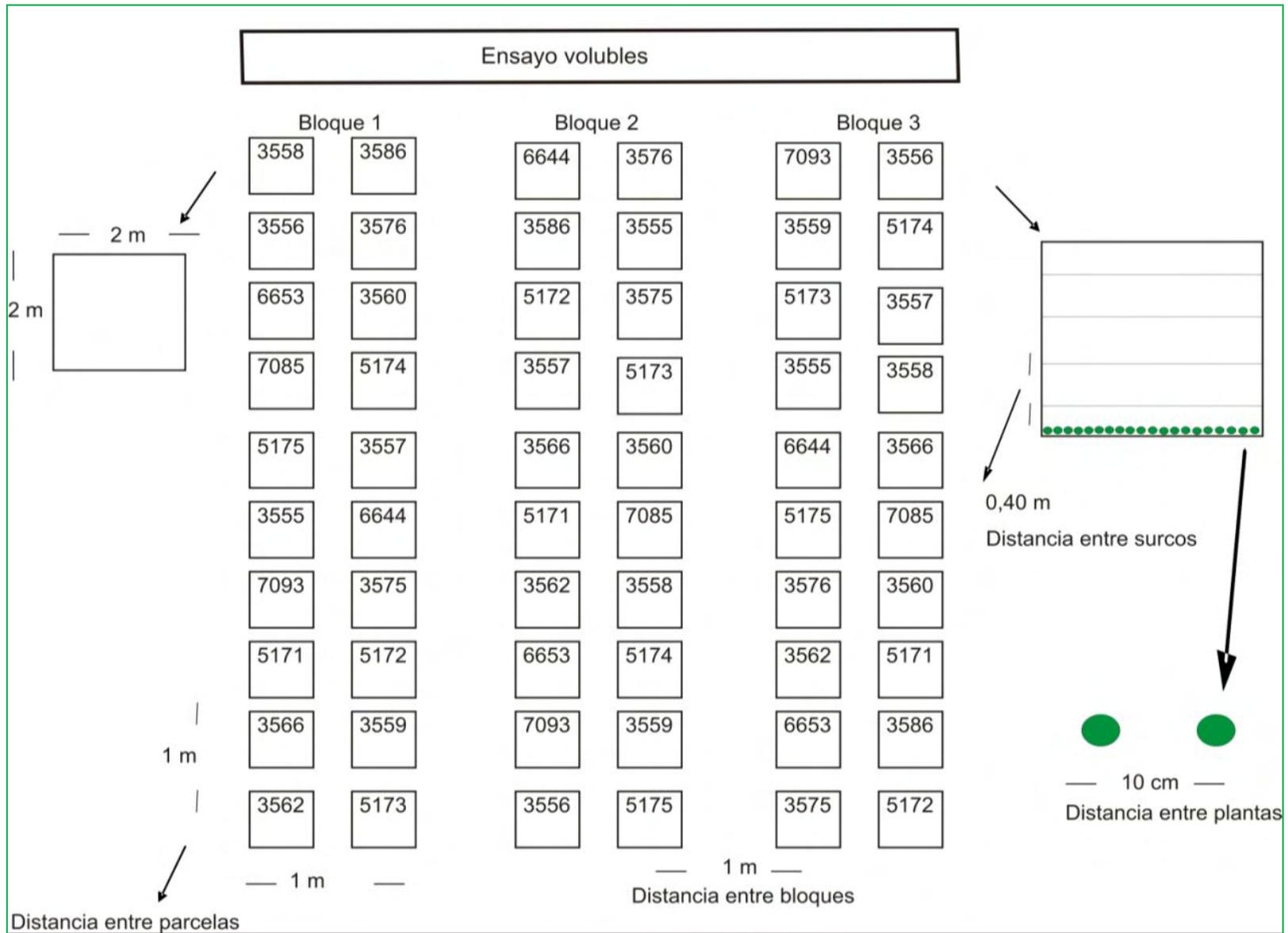
ANEXO E. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES1



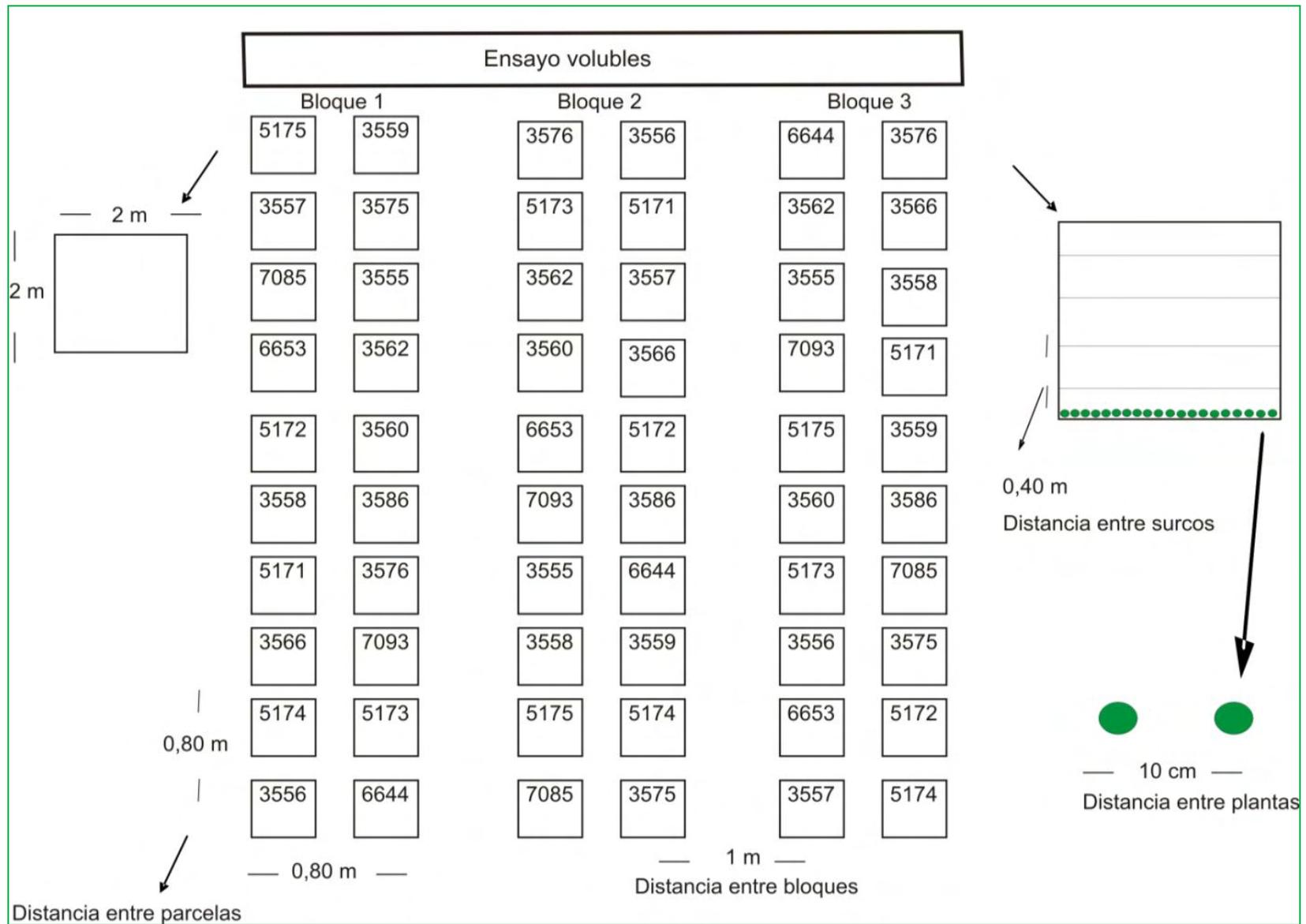
ANEXO F. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSÍ



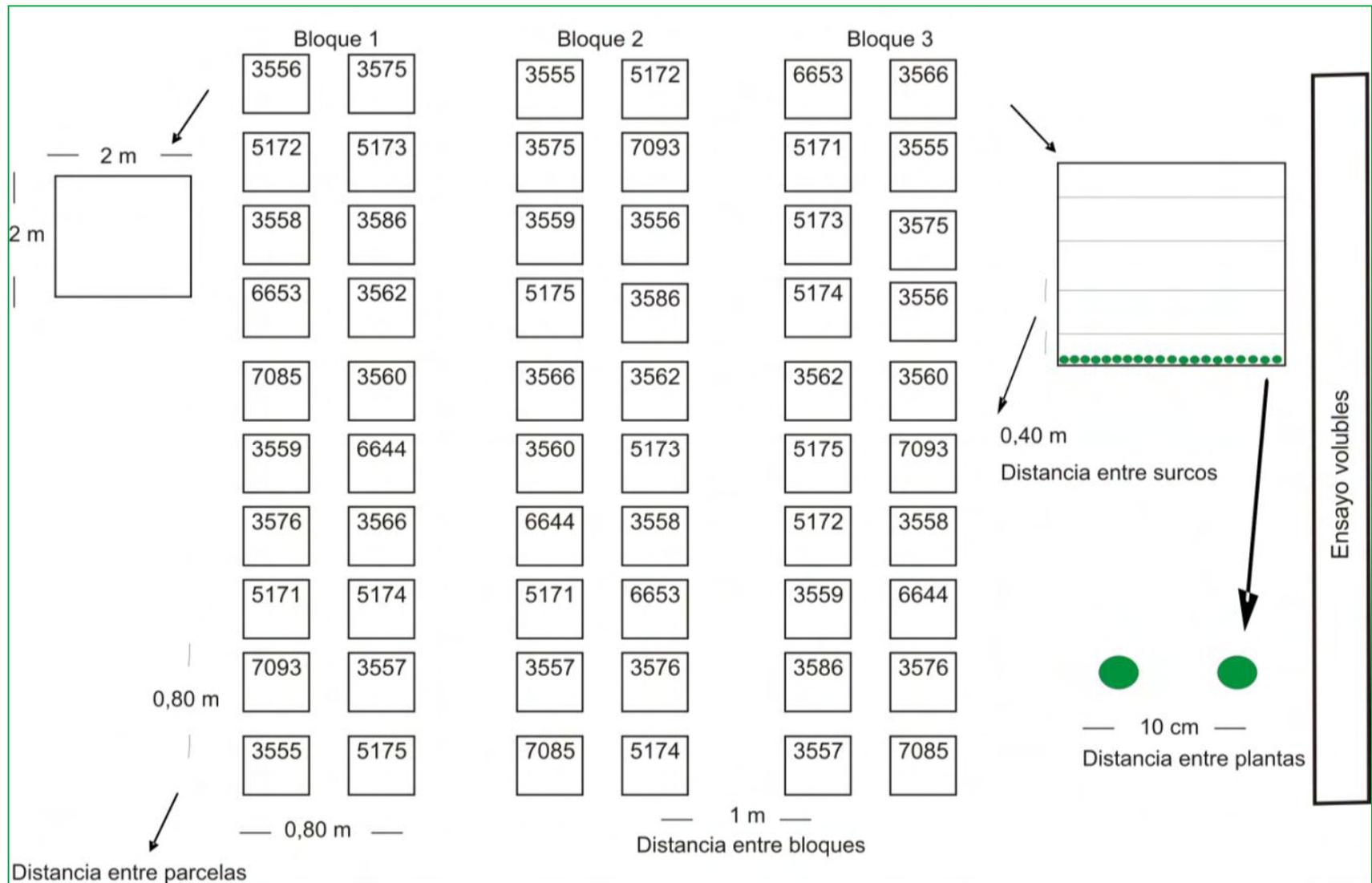
ANEXO G. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE GUALMATÁN2



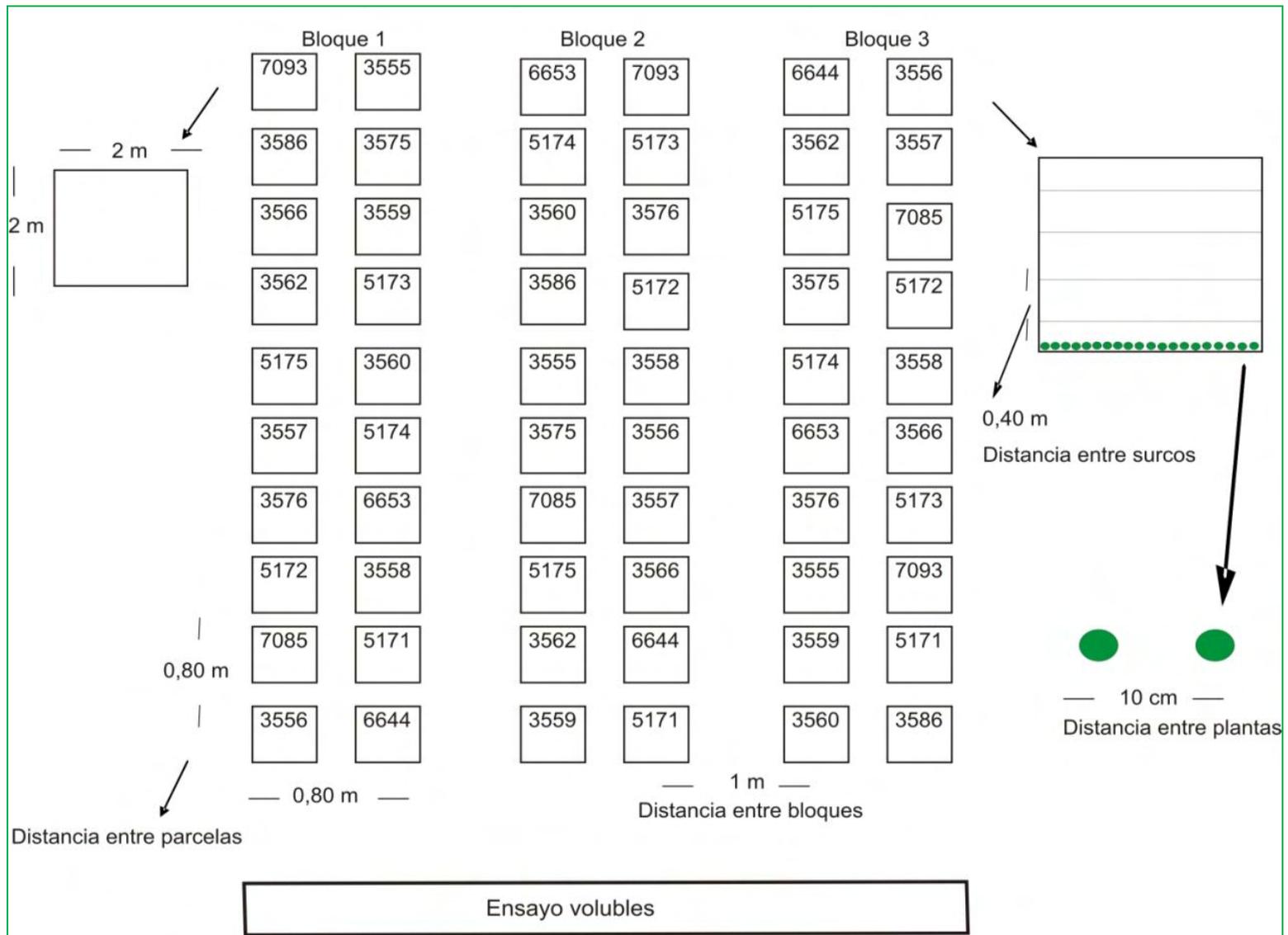
ANEXO H. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUPIALES2



ANEXO I. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES2



ANEXO J. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES2



ANEXO K. PREPARACIÓN Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE A DE 2009



a



b



c



d

- a. Preparación de suelo: Trazado. Municipio de Potosí
- b. Preparación de suelo: Surcada
- c. Preparación de suelo: Fertilización y aplicación de Lersban
- d. Siembra de líneas arbustivas, municipio de Potosí, vereda San Pedro

**ANEXO L. ESTADO DE FLORACIÓN EN AMBIENTES DE GUALMATÁN1 E
IPIALES1 SEMESTRE A DE 2009.**



a

b



c

d

- a. Floración ensayo de líneas arbustivas, ambiente de Gualmatán1**
b. Floración de la línea arbustiva UN5172, ambiente de Gualmatán1
c y d. Floración líneas arbustivas ambiente de Ipiales1

ANEXO M. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE LÍNEAS ARBUSTIVAS CON PRODUCTORES DE LA ZONA, SEMESTRE A Y B DE 2009.



a

b



c

d

a y b Evaluación de líneas arbustivas por productores de la zona, ambiente Ipiales1 Semestre A 2009

c Evaluación de líneas arbustivas por productores de la zona, ambiente Pupiales2 Semestre B 2009

d Evaluación de líneas arbustivas por productores de la zona, ambiente Ipiales2 semestre B 2009

ANEXO N. PREPARACIÓN Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE B DE 2009



a



b



c



d



d

- a. Siembra líneas arbustivas ambiente de Pupiales2
- b. Siembra líneas arbustivas ambiente de Gualmatán2
- c. Siembra líneas arbustivas, ambiente de Potosí2
- d. Siembra líneas arbustivas ambiente de Ipiales2

ANEXO O. ESTADO DE FLORACIÓN DE CUATRO LÍNEAS ARBUSTIVAS SEMESTRE B DE 2009



a

b



c

d

- a. Floración de la línea ILS3575 ambiente de Ipiales2**
- b. Floración de la línea UN7093 ambiente Potosí2**
- c. Floración de la línea UN6653 ambiente Ipiales2**
- d. Floración de la línea UN5173 ambiente Pupiales2**

ANEXO P. PRESENCIA DE OIDIO (*Erysiphe poligoni*) Y Ascochyta (*Ascochyta pisi*) EN ALGUNAS LÍNEAS ARBUSTIVAS.



a

b



c

d

- a. Presencia de Mildeo Polvoso (*Erysiphe poligoni*) en la línea ILS3557-Pupiales2**
- b. Presencia de Ascochyta (*Ascochyta pisi*) línea UN5175 - Pupiales2**
- c. Presencia de Ascochyta (*Ascochyta pisi*) línea ILS3557 - Pupiales2**
- d. Ataque de Mildeo Polvoso (*Erysiphe poligoni*), línea ILS3559, ambiente de Gualmatán1**

ANEXO Q. Resultados de las puntuaciones para la graficación del Biplot para rendimiento en vaina verde t.ha⁻¹ de 20 líneas de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

TYPE	NAME	YLD	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	3555	4.64500	0.28409	0.69389	-0.09616
GEN	3556	4.46733	-0.27499	0.24375	-0.57390
GEN	3557	4.49467	0.47801	-0.04998	-0.02209
GEN	3558	4.86500	-0.82075	0.74801	1.01601
GEN	3559	4.52600	0.08883	-0.55657	-0.19624
GEN	3560	4.08233	-0.83027	-0.00015	0.15716
GEN	3562	5.36800	1.38199	0.04620	-0.12710
GEN	3566	4.36367	-0.56883	-0.88201	-0.69548
GEN	3575	5.42867	0.40211	-0.25477	0.80664
GEN	3576	4.59667	-1.15908	0.07412	0.15349
GEN	3586	4.11000	-0.32908	0.23606	-0.40928
GEN	5171	4.69100	0.49335	-0.79315	0.28287
GEN	5172	5.19367	0.91193	0.02413	-0.37360
GEN	5173	5.23400	-0.66431	-1.05158	-0.02599
GEN	5174	4.99033	-0.20329	-0.49559	-0.12451
GEN	5175	4.57167	-0.05628	0.53464	-0.10036
GEN	6644	5.29433	0.16740	-0.11988	0.87437
GEN	6653	4.05567	-0.22014	1.16748	-0.34943
GEN	7085	5.80533	0.69400	0.07798	0.71402
GEN	7093	4.37800	0.22532	0.35742	-0.91041
ENV	SGUALMA1	6.45483	-0.41042	-1.01279	1.66639
ENV	SGUALMA2	3.72717	-0.43403	0.72171	0.06488
ENV	SIPI1	3.68967	-1.18245	-0.71330	-0.97621
ENV	SIPI2	2.92367	-0.81517	-0.02875	-0.73643
ENV	SPOT01	6.66783	0.83831	-1.13389	-0.01911
ENV	SPOT02	3.68567	-1.13519	0.62190	0.16312
ENV	SPUE1	4.97133	1.35306	0.52240	-0.11221
ENV	SPUE2	4.10767	0.91259	0.55241	-0.47185
ENV	SPUPI1	6.77217	0.83443	-0.68127	-0.34604
ENV	SPUPI2	4.58067	0.03886	1.15158	0.76745

ANEXO R. Resultados de las puntuaciones para la graficación del Biplot para rendimiento en granos seco t.ha⁻¹ de 20 líneas de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

TYPE	NAME	YLD	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	ILS3555	2.08433	0.16544	0.10479	-0.50552
GEN	ILS3556	2.03267	-0.20846	-0.50003	-0.04793
GEN	ILS3557	1.53600	-0.05969	-0.16793	-0.10739
GEN	ILS3558	1.52867	-0.31356	0.52478	-0.07717
GEN	ILS3559	1.52367	-0.11738	-0.18342	-0.53635
GEN	ILS3560	1.92900	-0.63147	0.36283	0.63910
GEN	ILS3562	1.80467	0.43600	0.19332	-0.06728
GEN	ILS3566	2.02000	-0.20620	-0.69409	0.44448
GEN	ILS3575	1.93567	0.00832	0.32690	-0.10407
GEN	ILS3576	1.61567	-0.61351	0.29456	0.13913
GEN	ILS3586	1.95267	0.10940	0.20571	0.23822
GEN	UN5171	1.59067	0.04669	-0.21124	0.01412
GEN	UN5172	2.78467	1.00000	0.07166	0.30263
GEN	UN5173	1.90600	-0.23194	-0.45595	-0.22441
GEN	UN5174	1.79000	-0.23245	-0.41692	0.00762
GEN	UN5175	1.63567	-0.17397	0.28315	-0.03226
GEN	UN6644	1.75300	0.03839	0.18769	0.04968
GEN	UN6653	1.42267	0.03539	0.22915	-0.51320
GEN	UN7085	2.68233	0.59776	-0.03026	0.35772
GEN	UN7093	1.67400	0.35125	-0.12472	0.02290
ENV	GUALMA1	2.12617	-0.69090	0.07024	-0.01516
ENV	GUALMA2	1.47433	-0.30289	-0.03569	-0.49036
ENV	IPI1	1.44650	-0.60875	-0.62298	0.12221
ENV	IPI2	1.26317	-0.58132	-0.28734	-0.32112
ENV	POT01	2.47917	0.37008	-0.84499	0.29779
ENV	POT02	1.78367	-0.50000	1.00000	0.43478
ENV	PUE1	1.82683	0.80365	0.14524	-0.36554
ENV	PUE2	1.92217	0.79905	0.14126	-0.47472
ENV	PUPI1	2.50733	0.53537	-0.00487	1.01848
ENV	PUPI2	1.77167	0.17571	0.43912	-0.20636