

**ESTABILIDAD DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA VOLUBLE *Pisum sativum* L. EN
CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

RAFAEL FIERRO CASANOVA

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

**ESTABILIDAD DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA VOLUBLE *Pisum sativum* L. EN
CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

RAFAEL FIERRO CASANOVA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el 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 BURBANO I.A. M.Sc. Ph.D.
Jurado

NESTOR ANGULO RAMOS M.Sc,
Jurado

MARINO RODRIGUEZ M.Sc,
Jurado

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

San Juan de Pasto, Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Oscar Eduardo Checa Coral M.Sc, Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FEDEASUR

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

Néstor Angulo M.Sc,

Marino Rodríguez M.Sc,

Vicente Arteaga. Técnico Agropecuario

Martín Muñoz I.A M.Sc.

Armando Casanova

Institución Educativa Nazaret, Corregimiento de la Victoria, Ipiales

MINISTERIO DE AGRICULTURA

CORPOICA

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

Dedicado a:

A DIOS por darme la vida y guiarme siempre

A mis padres Carlos Rafael y Laura Cecilia.

A mi esposa Lucia Cecilia Rosero Ortega

A mi Hijo Eduardo Alejandro

A mis Hermanos: Tito, Marleny, Segundo, Cristina y Geovany

A mis Cuñados.

A mis Sobrinos (as).

A mis Amistades.

Demás Familiares.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	16
1. TITULO.....	17
2. MARCO TEORICO	18
2.1 ORIGEN.....	18
2.2 ASPECTOS GENERALES.....	18
2.2.1. Aspectos económicos.	18
2.2.1.1. Área sembrada, Producción y rendimiento en Colombia	18
2.2.1.2. Área sembrada, Producción y rendimiento en Nariño	19
2.2.1.3. Importaciones.	19
2.2.1.4. Exportaciones	19
2.3 VARIEDADES.....	20
2.3.1 Santa Isabel.....	20
2.3.2 Piquinegra.....	20
2.3.3 Sindamanoy	20
2.3.4 Gorriona.....	20
2.3.5 Obonuco Andina	20
2.4 INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE (IGA).....	21
2.4.1 Implicaciones de la IGA en el mejoramiento.....	23
2.5 ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD	24
2.5.2 Análisis de estabilidad.....	27
2.6 MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	30
2.7. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL TEMA.....	31
3. MATERIALES Y METODOS	33
3.1 LOCALIZACIÓN.....	33
3.2 MATERIAL GENÉTICO.....	34
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	34

3.4	VARIABLES A EVALUAR	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1	DÍAS A FLORACIÓN (DF)	39
4.2	DIAS A COSECHA EN VERDE (DCV).....	41
4.3	ALTURA DE PLANTAS (AP).....	43
4.4	NUMERO DE VAINAS POR PLANTA (NVP)	47
4.5	PESO DE VAINAS VERDE (PVV)	49
4.6	LONGITUD DE VAINA VERDE (LVV).....	50
4.7	NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGV).....	54
4.8	PESO DE GRANO POR VAINA VERDE (PGVV)	56
4.9	RENDIMIENTO VAINA VERDE (RtoVV).....	58
4.10	ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD FENOTÍPICA (EBERHART Y RUSSELL).	62
4.10.1	Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para el rendimiento en vaina verde (RtoVV).	62
4.11	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD AMMI PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE (t.ha ⁻¹).....	65
4.12	REACCIÓN A ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS COMPLEJO ASCOCHYTA (Ascochyta pisi) Y ANTRACNOSIS(Colltotrichum pisi)....	68
4.13	EVALUACIÓN PARTICIPATIVA CON PRODUCTORES	70
5.	CONCLUSIONES	73
6.	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ANEXOS	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparativo de área sembrada, rendimiento y producción años 2000 a 2011.....	19
Tabla 2. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Eberhart y Russell.....	28
Tabla 3. Ubicación geográfica (Latitud, longitud y altitud) de las parcelas en las localidades.	33
Tabla 4. Clasificación de los ambientes para semestres A y B de 2009.....	34
Tabla 5. Días a floración para 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.	39
Tabla 6. Días a cosecha en verde para 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.	42
Tabla 7. Cuadrados medios del ANDEVA para siete variables estudiadas en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en cinco municipios del sur del departamento de Nariño.	44
Tabla 8. Comparación de promedios para altura de plantas de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño	45
Tabla 9. Comparación de promedios para la variable número de vainas por planta en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño.....	48
Tabla 10. Comparación de promedios para la variable peso de vaina verde en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño	51
Tabla 11. Comparación de promedios para la variable longitud de la vaina (cm) en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño	53
Tabla 12. Comparación de promedios para la variable número de granos por vaina en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño	55

Tabla 13.	Comparación de promedios para la variable peso de grano por vaina verde para la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño.....	57
Tabla 14.	Comparación de promedios para la variable rendimiento en vaina verde por hectárea (kg/ha) en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño	61
Tabla 15.	Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en vaina verde (kg/ha).....	63
Tabla 16.	Parámetros de adaptabilidad y estabilidad planteados por Eberhart y Russell, en la evaluación por componentes de rendimiento de 20 genotipos y dos testigos de arveja voluble (<i>Pisum sativum</i> L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño.....	64
Tabla 17.	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.) y dos testigos evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	66
Tabla 18	Niveles máximos alcanzados en reacción a las enfermedades del complejo <i>Ascochyta antracnosis</i> para la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en 10 ambientes del sur del departamento de Nariño.	69
Tabla 19.	Productores participantes del proceso de evaluación de 20 líneas de arveja voluble en dos ciclos de cultivo.	70
Tabla 20.	Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre A.	71
Tabla 21	Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja voluble (<i>Pisum sativum</i> L) y dos testigos con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B.....	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	
AMMI Biplot para rendimiento en vaina verde (t.ha ⁻¹) de 20 líneas de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) y dos testigos evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO DE CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, SEMESTRE A DE 2009.....	82
ANEXO B. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO DE CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, SEMESTRE B DE 2009.....	83
ANEXO C. VALORES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL REGISTRADOS POR IDEAM PERIODO A Y B 2009.....	84
ANEXO D. MAPA DE CAMPO DEL MUNICIPIO DE GUALMATAN1	85
ANEXO E. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES1	86
ANEXO F. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSI1	86
ANEXO G. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES1	88
ANEXO H. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUPIALES1	89
ANEXO I. PREPARACION Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE A DE 2009.....	90
ANEXO J. ESTADOS DE FLORACION EN EL AMBIENTE DE IPIALES1	90
ANEXO K. EVALUACION PARTICIPATIVA DE LINEAS VOLUBLES CON PRODUCTORES DE LA ZONA SEMESTRE A Y B.....	91
ANEXO L. PREPARACION Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE B DE 2009.....	92
ANEXO M. PRESENCIA DE ENFERMEDADES COMPLEJO ASCOCHYTA ANTRACNOSIS	93
ANEXO N. RESUMEN DE PARÁMETROS DE ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD PLANTEADOS POR EBERHART Y RUSSELL, EN LA EVALUACIÓN POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE 20 GENOTIPOS Y DOS TESTIGOS DE ARVEJA VOLUBLE (PISUM SATIVUM L.) EN CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.	94
ANEXO O. ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS RENDIMIENTO EN GRANO VERDE (AMMI).....	95

ANEXO P. RESULTADO DE LAS PUNTUACIONES PARA LA GRAFICACIÓN DEL BILOT PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE T.HA-1 DE 20 LINEAS DE ARVEJA VOLUBLE (PISUM SATIVUM L.) Y DOS TESTIGOS EVALUADA EN 10 AMBIENTES DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	96
--	----

RESUMEN

La presente investigación se realizó en cinco municipios (Gualmatán, Ipiales, Potosí; Puerres y Pupiales) 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 voluble *Pisum sativum* L, procedentes de la Universidad Nacional y CORPOICA La Selva Antioquia, disponibles en la Universidad de Nariño y dos testigos comerciales, las variedades Andina y Sindamanoy. Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a cosecha en verde, altura de la planta, número de vainas por planta, longitud de vainas verdes, peso de vainas verdes, número de granos por vaina, peso de grano por vaina verde, rendimiento en vaina verde. Para la variable de rendimiento en vaina verde, la adaptabilidad y estabilidad fenotípica de las 20 líneas de arveja voluble y los dos testigos, 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 voluble, se tomó en cuenta la participación de los productores de Fedearis. Se destacaron en diferentes ambientes para número de vainas por planta las líneas UN7364, UN7143-3, UN7324, para peso de vainas ILS3597, ILS3593 e ILS3594, para longitud de vaina verde ILS3597, ILS3594, ILS3593, para número de granos por vaina ILS3597, ILS3593 e ILS3595, y para peso de grano por vaina verde UN7370-1, UN7115 e ILS3595.

Los análisis de estabilidad fenotípica permitieron identificar como promisorias las líneas UN7143-1, UN7328 y UN7313 con rendimiento en vaina verde de 5763,84, 5285,0 Y 6722,97 kg.ha⁻¹ por encima de la media general que fue de 5229.23 kg.ha⁻¹ fueron estables y pueden recomendarse para todos los ambientes estudiados; ILS3621 y ILS3595 con $B < 1$ se recomienda para ambientes desfavorables, mientras que Andina y UN7325 expresa mejor su potencial productivo en ambientes favorables. 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.

Palabras claves: adaptabilidad, reacción a enfermedades, selección, interacción genotipo x ambiente.

ABSTRACT

This research was conducted in five municipalities (, Gualmatán, Ipiales, Potosí, Puerres and Pupiales) 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 and two commercial witness, the varieties Andina y Sindamanoy. 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 grain by green pod, yield in green pod. For variables of yield in green pods adaptability and phenotypic stability of 20 lines of tall pea and witnesses, 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 Fedear. Highlighted in different environments for number of pods per plant lines UN7364, UN7143-3, UN7324; for weight of pod ILS3597, ILS3594 and ILS3595; length of pod ILS3597, ILS3594 and ILS3393; for number of grains by pod ILS3593 and ILS3595; weight of 100 Green grain UN7370-1, UN7115 and ILS3595. The analysis of phenotypic stability allowed identified as promising lines UN7143-1, UN7328 and UN7313 with yields in green pod of 5763,84, 5285 and 6722,97 kg.ha⁻¹. above the overall average that was 5229.23 kg ha⁻¹ were stable and can be recommended for all environments studied; ILS3621 and ILS3595 with B <1 is recommended for adverse environments, while Andean UN7325 best expressed in their productive potential favorable environments 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 pods.

Keywords: adaptability, reaction to disease, selection, interaction genotype x environment

INTRODUCCION

En el mejoramiento de plantas, las consideraciones sobre la IGA son esenciales para la eficiencia del proceso selectivo, debido a que la mayoría de los caracteres de importancia en el mejoramiento son caracteres métricos.

Estos caracteres presentan distribución continua, poseen herencia poligénica y son muy influenciados por las variaciones del ambiente. Por lo anterior el buen entendimiento de la IGA contribuirá tanto al aprovechamiento de los efectos benéficos de la interacción como a contrarrestar los efectos negativos del ambiente sobre la evaluación de genotipos y la recomendación de cultivares (Chaves, 2001).

Las variedades mejoradas de arveja que se cultivan en el sur del departamento de Nariño han conducido a incrementar los rendimientos y la calidad de la producción lo que convierten a esta leguminosa en una importante alternativa de producción para zonas frías de Nariño; sin embargo, en los últimos años, estas variedades presentan alta incidencia de enfermedades foliares que elevan los costos de producción, además la arquitectura de las plantas con excesivo follaje y ramificación lateral, implica mayores costos por el tutorado, por lo tanto, es necesario buscar nuevos genotipos con adaptación a las zonas productoras nariñenses, especialmente en el sur, que presenten una arquitectura de planta erecta, alto promedio en sus componentes de rendimiento, respuesta favorable a enfermedades foliares prevalentes en la zona y reducción en los costos de producción con lo cual es posible mejorar la situación socioeconómica de los productores de la región.

En una evaluación preliminar la Universidad de Nariño seleccionó a partir de 123 líneas clasificadas como de crecimiento voluble, 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.

El objetivo de esta investigación fue evaluar por ciclo de cultivo y componentes de rendimiento, veinte líneas de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) y dos testigos en cinco municipios del departamento de Nariño. De igual manera, se buscó establecer la adaptabilidad y estabilidad fenotípica para rendimiento en vaina verde. Adicionalmente, se buscó determinar la reacción de las líneas a las enfermedades foliares prevalentes.

1. TITULO

“ESTABILIDAD DE 20 LÍNEAS DE ARVEJA VOLUBLE *Pisum sativum* L. EN CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO”

2. MARCO TEORICO

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).

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 2010, la producción de arveja seca en el mundo fue de 9.828.000 t, los 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, 2011).

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 2011, este cultivo ocupó 23.994 ha, con una producción de 95,853t y un rendimiento de 4,0 t/ha. (Departamento Económico, FENALCE, 2011), (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 2011, se sembraron 5.985 hectáreas, con un rendimiento de 2,85 t.ha⁻¹, la mayor parte destinada a la producción en vaina verde o grano fresco. (FENALCE, 2011). 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).

2.2.1.3. Importaciones. El consumo de arveja seca para la alimentación humana, cuya demanda es cubierta totalmente por importaciones, para el 2011 se totalizaron 49.001t 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, 2011).

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 período. (Departamento Económico, FENALCE, 2011).

Tabla 1. Comparativo de área sembrada, rendimiento y producción años 2000 a 2011.

Producto: Arveja

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AREA (ha)	21.13 2	19.77 0	19.75 0	26.87 7	25.90 0	20.73 9	24.65 5	24.36 5	26.87 9	24.83 2	23.99 4
REND. (t/ha)	2,71	2,84	2,68	2,88	2,7	3,35	3,62	3,63	3,2	3,0	4.0
PROD. (t)	57.32 8	56.14 6	52.95 7	70.63 6	69.82 1	69.42 7	89.14 6	88.39 6	86.72 3	75.45 7	95,85 3

Áreas cubiertas por FENALCE

Fuente: Indiceralista 2011

2.3 VARIEDADES

2.3.1 Santa Isabel. Variedad de hábito de crecimiento indeterminado, con alturas de 0.80m en sistemas de siembra al voleo o en surcos, hasta 2m en sistemas tutorados. Presenta flores blancas, vainas de tamaño mediano a grande, con 5 a 9 granos, que en estado seco son grandes, lisos de color crema quemado con hiliium negro. El peso de 100 semillas puede llegar a 34g. Es moderadamente resistente al mal de ascochyta y antracnosis, pero susceptible a amarillamiento (Sañudo, *et al*, 1999)

2.3.2 Piquinegra. De hábito de crecimiento indeterminado, alcanza alturas de 0,75m en siembras al voleo o en surcos y hasta 1,80 a 2m en sistemas tutorados. Tiene flores blancas y las vainas de tamaño pequeño a mediano, con 5 a 8 granos, los cuales en estado seco son pequeños a medianos de color crema e hiliium negro. El peso de 100 semillas está entre 23 y 25 gramos tiene la misma reacción a enfermedades que Santa Isabel. (Sañudo *et al*, 1999)

2.3.3 Sindamanoy. Variedad mejorada por Corpoica, es de hábito de crecimiento indeterminado y alturas entre 0,80 y 0,90 m en surcos o al voleo, hasta más de 2m en el sistema de tutorado. Presenta flores blancas, vainas de tamaño grande, con 6 a 9 granos, que en seco son grandes, verdes con hiliium blanco, las semillas alcanzan un peso de 33 g. Tiene la misma reacción a enfermedades que Santa Isabel y Piquinegra, pero posee un mayor potencial de rendimiento. (Sañudo *et al* 1999; Checa, 1995).

2.3.4 Gorriona. Tiene crecimiento indeterminado con una altura de 0,70m en sistemas al voleo y surcos y 1,80m en tutorado; tiene flores de color purpura y las vainas son pequeñas con 5 a 8 granos, los cuales en seco son lisos o semilisos de color violeta jaspeados con hiliium blanco. El peso de 100 semillas no supera los 25g. Es moderadamente resistente al mal de ascochyta y antracnosis y moderadamente susceptible al amarillamiento (Sañudo *et al*, 1999).

2.3.5 Obonuco Andina. Por la importancia que representa el cultivo de arveja en el sistema de producción en el sistema de economía campesina del sur de Nariño y teniendo en cuenta la susceptibilidad a enfermedades y factores que afectan la calidad del grano de las variedades mejoradas. Obonuco Andina constituye una nueva alternativa para agricultores y comerciantes.

Entre los principales características de este material sobresalen: resistencia a Antracnosis y Ascochyta, alto rendimiento en grano verde y seco para producción

de semilla en el sistema de siembra de enmallado o tutorado, alta adaptación en los municipios ubicados en la cuenca media del río Guáitara entre los 2600 a 2900 msnm y buena calidad física y fisiológica del grano en estado verde para la comercialización. Tiene una altura de 0,76 a 2,25 m, tiene flores de color blanco; la vaina mide entre 5,3 a 8,5 centímetros con 4 a 7 granos, el peso de 100 g en verde es de 52,8 a 80 g. (Campuzano, 2002).

2.4 INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE (IGA)

El fenotipo de un individuo es determinado por dos componentes básicos: el genotipo o constitución genética del individuo y el ambiente específico en el cual el individuo se desarrolla. El fenotipo se observa, cuantifica y analiza, mientras que el genotipo no es observable, pero es deducible a partir del fenotipo por diferentes métodos de análisis genético. Como reacción al ambiente un genotipo es capaz de producir varios fenotipos como resultado de la IGA. En otras palabras individuos con el mismo genotipo pueden mostrar distintos fenotipos dependiendo del ambiente (Puertas, 1992):

La interacción genotipo x ambiente surge cuando una variación ambiental tiene distinto efecto sobre genotipos diferentes o a la inversa, cuando un mismo genotipo responde de diversas maneras en diferentes ambientes. En otras palabras, se dice que existe interacción GxA cuando no se puede asociar una desviación producida por un ambiente específico a una variable dada sin tener en cuenta el genotipo sobre el cual aquella actúa (Ramagosa y Fox, 1993).

Fox *et al*,(1997) definen la interacción genotipo ambiente como una expresión genotípica diferencial a través de los ambientes. La comparación de medias en distintos ambientes es adecuada únicamente para evaluar la adaptación del material vegetal en ensayos en que la interacción GxA no es significativa. Sin embargo, cuando lo es, la selección de genotipos en un ambiente dado puede ocasionar un comportamiento desastroso en otro.

La amplitud de adaptación de los genotipos, sus niveles de rendimiento, calidad y resistencia a distinto tipo de estrés (sea biótico o abiótico) debe ser contrastada mediante ensayos multilocales (Crossa *et al*, 1990).

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, 2001).

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, 2007).

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

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 y Lecomte, 2003; Coutiño y Vidal 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 (Peterson y Pfeiffer 1989; Westcott, 1987), 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 (Crossa, 1990).

La evaluación de variedades (experimentales) 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 genotipo x ambiente (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 (Dyke *et al*, 1995)

2.4.1 Implicaciones de la IGA en el mejoramiento. De acuerdo con Pandey y Vargas (1985) generalmente, los programas de mejoramiento intentan desarrollar cultivares estables en su rendimiento y otros atributos deseables a través de un amplio rango de condiciones ambientales. Cuando un carácter es controlado por pocos genes (herencia cualitativa o Mendeliana), la IGA no es una fuente importante de varianza. Mientras que cuando un carácter está gobernado por varios loci con pequeños efectos mostrando varianzas aditivas, dominantes y epistáticas (herencia cuantitativa), la IGA adquiere mayor importancia; se sabe que varios tipos de efectos de los genes interactúan con el ambiente para afectar la expresión de su fenotipo.

Los fitomejoradores han reconocido durante mucho tiempo las implicaciones de la IGA en los programas de mejoramiento genético de las especies (Yan y Kang, 2003). La IGA tiene un impacto negativo sobre la heredabilidad. Según Allard y Bradshaw (1964) la IGA es importante para el fitomejorador porque reduce la correlación entre genotipo y fenotipo y contribuye a la inestabilidad de los genitivos en varios ambientes. El conocimiento de la naturaleza y magnitud de la IGA contribuye significativamente a determinar el número de ambientes de evaluación en los que los genotipos deben ser evaluados con el objetivo de lograr la precisión necesaria para medir las diferencias entre genotipos. Adicionalmente, porque puede ayudar a determinar si es necesario el desarrollo de cultivares para todos los ambientes de interés o si se deberían desarrollar cultivares para ambientes específicos (Yan y Kang, 2003).

En cuanto a las alternativas para reducir la IGA Eberhart (1970), indica que la variabilidad genotípica puede tener influencia en el número de ambientes, por ejemplo, en familias S1 requieren de 3-4 ambientes para su evaluación, mientras en familias de medios hermanos se necesitan 7 ó más localidades.

Sprague y Eberhart (1977) recomiendan aumentar el número de localidades para los ensayos, si la IGA se debe a factores ambientales impredecibles. La variación genotípica también se puede reducir usando diseños experimentales apropiados. En programas prácticos de mejoramiento, la estratificación basada en genotipos y en ambientes, puede usarse para reducir la IGA (especialmente la debida a factores ambientales predecibles), y desarrollar e identificar genotipos superiores para una gama menor de ambientes.

2.5 ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD

El fitomejorador busca los genotipos que presenten una buena estabilidad. La estabilidad del rendimiento es un concepto de primer orden en el mejoramiento vegetal. No existe una definición única de estabilidad y algunos investigadores prefieren utilizar el término análisis de sensibilidad en vez del término análisis de estabilidad (Dyke *et al*, 1995).

La estabilidad tiene muchos conceptos. Becker (1981) distinguió dos tipos de estabilidad genotípica. Por una parte la estabilidad biológica con un sentido homeostático, mediante el cual un genotipo mantiene un rendimiento constante en diferentes ambientes. Este tipo de estabilidad no es deseable en la agricultura moderna, donde los genotipos deberían responder a las condiciones del medio mejoradas. El concepto de estabilidad agronómica el cual implica que un genotipo es considerado estable si rinde relativamente bien respecto al potencial de los ambientes evaluados, mostrando una baja interacción en términos de ecovalencia. La ecovalencia (Wricke, 1962) es definida como la contribución de un genotipo particular a la suma de cuadrados total de la IGA en un Análisis de Varianza.

León (1985) propone que dependiendo de la característica evaluada o el objetivo del estudio se pueden considerar dos conceptos diferentes de estabilidad: estabilidad estática y estabilidad dinámica. Para este investigador estabilidad estática, es cuando un material posee un rendimiento aceptable, sin tener en cuenta la variación de las condiciones ambientales. Este material estable no muestra desviación del nivel esperado para el carácter en estudio lo que significa que su variancia entre ambientes es cero. Por otro lado, dice que estabilidad dinámica es aquella que muestra la menor desviación de su respuesta a los ambientes. Los concepto dinámico (León y Becker, 1988) y el concepto agronómico (Becker, 1981) son equivalentes. El concepto estático de León (1985) coincide con el concepto estático de Becker (1981).

Heinrich *et al.* (1983) definen la estabilidad de un carácter como la habilidad del genotipo para evitar fluctuaciones sustanciales en el rasgo sobre un rango de condiciones ambientales. Según Baena *et al.* (1991) en la estabilidad de un genotipo se considera el comportamiento de éste en un mismo sitio pero probado en diferente tiempo, lo que se evalúa es el efecto de las condiciones climáticas cambiantes de un semestre a otro (en el trópico, especialmente la precipitación). Para el caso de la Adaptabilidad se evalúa el comportamiento de genotipos en localidades diferentes.

Eberhart y Russell (1966) publicaron varios resultados llegando a la conclusión que una variedad estable es aquella que no interacciona con el ambiente sino que responde mejor a los cambios ambientales. Hanson (1970) sugiere que un material estable es aquel que muestra la menor variación del rendimiento sobre todos los ambientes de evaluación. Así mismo, Heinrich *et al.* (1983) explican la

estabilidad como una habilidad que posee determinado genotipo para evitar fluctuaciones substanciales en el rendimiento al ser evaluado en diferentes ambientes.

Uno de los conceptos más precisos que existe sobre estabilidad es la reseñada por Laing (1978), quien la define como la respuesta relativa de un genotipo a las variaciones del ambiente en una localidad específica. Este investigador distingue además entre estabilidad espacial, o sea la variación entre repeticiones cuando se cultiva en una misma localidad y estabilidad temporal que es la variación de una estación de cultivo a otra.

La adaptabilidad es la propiedad o habilidad de un genotipo o población de genotipos que permite la alteración de las normas de adaptación en respuesta a distintas presiones de selección (Simmonds, 1979); mientras que adaptación es un estado de adecuación a un ambiente dado. Simmonds (1979) distingue entre los siguientes conceptos:

- Adaptación específica de un genotipo, es la adaptación concreta del genotipo correspondiente a un ambiente limitado.
- Adaptación genotípica general es la capacidad de un genotipo para producir en un rango de fenotipos compatibles con un rango de ambientes determinado.
- Adaptación específica de una población, es la parte de la adaptación específica de una población heterogénea que es atribuible a la interacción entre los componentes más que a la adaptación de los componentes por sí mismos.
- La adaptación general de una población es la capacidad de poblaciones heterogéneas para adaptarse a variedad de ambientes.

Laing (1978) llamó adaptabilidad a la respuesta de un genotipo cuando se cultiva en diversas localidades (suelo). Este término fue explicado con más detalle por el mismo investigador y surgió el concepto de adaptabilidad amplia que consiste en el comportamiento relativo de los genotipos bajo gran diversidad de ambiente y adaptabilidad específica o local como el comportamiento relativo de un genotipo bajo una gama estrecha de ambientes.

En general los términos estabilidad y adaptabilidad son empleados con sentido diferente. Tampoco existe unanimidad de criterios y los resultados experimentales son también dispares con relación a sí materiales adaptables son también estables. Varios investigadores han indicado que la estabilidad está bajo control genético, apoyados en que la estabilidad y adaptabilidad muestran una alta correlación y que la falta de estabilidad indica falta de adaptabilidad. Sin embargo, Baena *et al.* (1991), encontró después de remover en forma alterna los efectos de localidad y de semestre que la adaptabilidad y la estabilidad no estaban

asociadas, lo cual indica que los mejoradores no pueden seleccionar a través de localidades para hacerlo por estabilidad.

2.5.1 Origen genético de la estabilidad. La estabilidad tiene dos orígenes: por un lado el poder tampón derivado de la estructura genética de ciertos genotipos y por otro, la existencia de genes específicos de adaptación. Diversos trabajos han asociado una mayor estabilidad a las estructuras genéticas heterogéneas (una población, una mezcla de híbridos, una variedad multilínea, una variedad multiclon) que a las poblaciones homogéneas (una línea parental o híbrido). En judía Stelling *et al.* (1994) encontraron mayor estabilidad en poblaciones heterogéneas.

Eberhart y Russell (1969) en maíz observaron mayor estabilidad en los híbridos dobles respecto a los híbridos simples.

De acuerdo con Heinrich *et al.* (1983) encontraron en sorgo desde los puntos de vista fisiológico, morfológico y fenológico, los mecanismos que influyen sobre la estabilidad del rendimiento son la heterogeneidad genética, compensación en los componentes de rendimiento, tolerancia al estrés, y capacidad de recuperación rápida del estrés. Según Vega (1988) los mecanismos genéticos que operan en la producción de la estabilidad espacial son la diversidad genética, heterocigosis, plasticidad genotípica, y poliploidía.

En general, se ha aceptado que a mayor variabilidad genética de una especie, mayor es su estabilidad sobre el ambiente. El efecto de la heterogeneidad y la heterocigosis es variable entre especies y algunas diferencias interespecíficas de estos efectos han sido observadas en maíz sorgo y otras especies de plantas (Stelling *et al.* 1994). Allard y Bradshaw (1964) indican que una variedad puede estar compuesta por un número de individuos diferentes, cada uno adaptado a un rango diferentes de ambientes (amortiguamiento poblacional), o puede estar conformado por individuos semejantes, pero cada uno adaptado a un rango de ambientes (amortiguamiento individual).

Pandey y Vargas (1985) indican que para el caso de las especies autógamas, donde las poblaciones son de genotipo homocigótico, cada planta puede ser adaptada a un grupo de condiciones ambientales y estaría bien amortiguada, produciendo un fenotipo aceptable sobre condiciones ambientales variables. Lo mismo sería el caso de híbridos simples de una especie alógama como el maíz, donde todos individuos de una población son similares en su fenotipo. Dichos cultivos, se sabe que tienen amortiguamiento individual. Por otra parte, cuando un cultivar es una mezcla de genotipos, los diferentes genotipos pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales con el resultado de que el cultivar tenga mayor adaptación. Este mecanismo de estabilidad se debe al amortiguamiento

poblacional y se atribuye a la heterogeneidad del cultivar. Este amortiguamiento resulta de la coexistencia e interacción entre los genotipos que la componen.

2.5.2 Análisis de estabilidad. Los estudios de adaptabilidad y estabilidad fenotípica, para fines de mejoramiento, se refieren a la evaluación de la respuesta diferencial de los genotipos a la variación de las condiciones del ambiente. La mayoría de los métodos utiliza las técnicas de la regresión, midiendo un determinado carácter, por ejemplo productividad, en relación con un índice ambiental. La diferencia en los métodos se da por el modelo de regresión utilizado, por la forma de interpretación de los parámetros del modelo y la manera de estimar el índice ambiental.

Lin *et al.* (1986) y Lin y Binns (1988), definen cuatro conceptos estadísticos de estabilidad. Con base en los Análisis de Varianza (ANDEVA) de un ensayo de variedades, un genotipo se considera estable:

1. Si su varianza entre ambiente es pequeña. Importante cuando se tiene muchos ambientes desfavorables.
2. Si su respuesta a los ambientes es paralela al promedio de las respuestas de todos los genotipos de la prueba. Concepto preferido por el mejorador.
3. Si la suma de cuadrados residual de la regresión sobre el índice ambiental es pequeña. Tipo propuesto por Eberhart y Russell.
4. Si su cuadrado medio dentro de ambientes, esto es, si su variabilidad para cualquier ambiente en diferentes años, es pequeña.

Se han propuesto un gran número de modelos estadísticos para estimar la estabilidad fenotípica o analizar la interacción genotipo por ambiente (IGA). Entre los modelos tradicionales, algunos permiten estratificar la población de ambientes en sub-regiones, dentro de las cuales la interacción no se presente significativa, permitiendo recomendaciones regionalizadas; otros procuran identificar genotipos que menos contribuyan para la interacción y que puedan ser recomendados para toda la población de ambientes siempre y cuando presenten un rendimiento promedio elevado (Pérez *et al.*, 2005).

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 Tabla 5; 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 por Eberhart y Russell (1966) es el siguiente:
 $Y_{ij} = \mu_i + \beta_{ij} + d_{ij}$ donde:

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

μ_i = promedio del genotipo i en todos los ambientes.

β_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta del genotipo i al variar los ambientes.

I_j = índice ambiental del ambiente j -ésimo, que se calcula como la desviación del promedio de los genotipos en un ambiente dado a partir del promedio general.

d_{ij} = desviación de la regresión.

Tabla 2. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Eberhart y Russell.

Parámetro	Interpretación
$\hat{\beta}_{ii} = 1$	Estabilidad media. Si tiene un promedio alto: adaptabilidad general; promedio bajo: pobre adaptabilidad.
$\hat{\beta}_{ii} > 1$	Genotipos sensibles. Adaptación a ambientes favorables. Resistencia a cambios ambientales.
$\hat{\beta}_{ii} < 1$	Adaptación a malos ambientes.
$\hat{\beta}_{ii} = 0$	Estabilidad absoluta. Si tiene un promedio alto: genotipo ideal.
$S^2_{di} = 0$	Buena estabilidad
$S^2_{di} > 0$	Mala estabilidad.

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). Hasta el presente, 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 x 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 x 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

$$y_{ger} = m + ag + be + \sum_{n=1}^N \lambda_n \ln_{gn} \delta_{en} + r_{ge} + e_{ger}$$

Donde:

y_{ger}: Rendimiento observado del genotipo g en el ambiente e para la repetición r.

Los parámetros aditivos son:

m: Gran media

ag: Desviación del genotipo g de la gran media

be: Desviación del ambiente e

Los parámetros multiplicativos son:

ln: Valor singular para el eje n del componente principal de interacción (CPI).

ggn: El gen vector del genotipo g para el eje n.

den: El gen vector del ambiente para el eje n.

2.6 MEJORAMIENTO GENÉTICO

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 a alta incidencia en enfermedades foliares debido a que la arquitectura de las plantas de las variedades regionales utilizadas es de crecimiento indeterminado o volubles lo cual permite que las plantas después de floración se postren sobre el suelo (Checa, 1994). Esta condición en épocas de alta humedad, produce el incremento de la incidencia de enfermedades foliares como *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*) y Antracnosis (*Colletotrichum pisi*) que además se ven favorecidas por la susceptibilidad genética de las variedades (Hagedorn, et al 1984). Bajo las anteriores condiciones las pérdidas en rendimiento superan el 50%. 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%.

En el año de 1995, Corpoica lanza la variedad ICA CORPOICA SINDAMANOY adaptada a la zona cerealista de Nariño (Checa, 1995). Este nuevo material genético precoz con alto rendimiento se entregó unido a un nuevo sistema de siembra para Nariño consistente en el tutorado y adicionalmente a los sistemas de reducción de labranza o labranza conservacionista. Los agricultores que iniciaron la producción de arveja Sindamanoy lograron posesionar el producto en los supermercados de Valle del Cauca y el Eje Cafetero. Para ello se organizaron en un centro de acopio y recibieron el acompañamiento de Corpocebada en la comercialización y de Corpoica y Fenalce para la producción logrando rendimientos entre 4 y 6 t/ha. Sin embargo la variedad a pesar de presentar altos rendimientos no mostraba una respuesta favorable a las enfermedades foliares que aún que en sistemas tutorados reducían su incidencia, no dejaba de representar 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, Imues, Yacuanquer y Guaitarilla caracterizados por ser municipios trigueros de mediana a baja fertilidad (Campuzano *et al*; 2003). Igual que la anterior, la variedad Obonuco San Isidro, es de crecimiento voluble y aun cuando en la zonas antes mencionadas tiene baja incidencia de enfermedades, en zonas o épocas de mayor precipitación también se ve afectada por enfermedades foliares aun cuando en menor proporción respecto a la variedad Sindamanoy. El rendimiento alcanzado en las zonas recomendadas fue de 3,5 t/ha de vaina verde

esta variedad a mostrado un buen comportamiento pero en nichos ecológicos muy específicos.

En el año 2001, Corpoica lanzo la variedad Obonuco Andina adaptada entre los 2600 y 2900 msnm, especialmente en la cuenca media del río Guitara en Nariño. Alcanza un rendimiento de 6,6 t/ha (Campuzano, et al 2002), igual que la variedad Obonuco San Isidro, en condiciones de alta humedad puede presentar Antracnosis y Ascochyta en hojas y tallos tal como fue observada en ensayos realizados en Botana Municipio de Pasto en el semestre 2005B. Una característica importante de Obonuco Andina, es su tipo de grano que resiste la oxidación y la germinación en grano fresco.

A partir de 1995 con el lanzamiento de la variedad ICA CORPOICA SINDAMANOY, nace también Fedeadur como una asociación de agricultores dedicados a la producción de arveja en el departamento de Nariño. Esta asociación se transforma en federación y hoy en día tiene 117 afiliados.

El análisis realizado por Fenalce (2004) como gremio representante de las leguminosas en Colombia, considera importante el fomento del consumo de arveja fresca porque es una fortaleza desde el punto de vista de ser un cultivo generador de empleo en el campo y de ingresos favorables para el productor. De igual manera, hay un interés por mirar nuevas variedades y formas de producción que permitan sustituir partes de las importaciones que en la actualidad están entre 40,000 y 50,000 t/año Este ha sido un viejo anhelo de los agricultores cultivadores de esta leguminosa. Representados por la federación de cultivadores de cereales y leguminosas Fenalce.

2.7. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL TEMA

Gonzáles (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.

Galindo *et al*; (2004) evaluaron la fenología del cultivo de arveja en campo abierto y en cubierta plástica concluyeron que 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.

Prieto y Antonelli (2007) evaluaron el comportamiento, desde el punto de vista productivo, de 3 cultivares de arveja en dos fechas de siembra realizados en el sur de Santa Fé de Argentina. Los cultivares empleados fueron Viper, Facon y Bolero. La primera se incluyó por ser una variedad de porte erecto y áfila, la segunda por ser la de mayor difusión y la tercera se emplea para industria (cosecha en fresco). A lo largo del ensayo fue evidente la producción diferenciada de MS entre los diferentes cultivares evaluados, destacándose Viper por su porte erecto. El atraso de la fecha de siembra conlleva a una menor producción como consecuencia del fotoperíodo y de colocar la etapa de llenado en condiciones de temperatura más elevadas, lo cual perjudica notablemente el llenado de gran. Finalmente, para cada fecha de siembra se observó diferencia de rendimiento entre cultivares.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

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 Gualmatan, Ipiales, Potosí, Puerres y Pupiales, 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. En la Tabla 2 se presenta la ubicación geográfica de las zonas de estudio.

Tabla 3. Ubicación geográfica (Latitud, longitud y altitud) de las parcelas en las localidades.

Ambientes	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud msnm*
Ciclo 1				
L1	Gualmatán (Cofradía)	N00.91001°	W077.56337°	2740
L2	Ipiales (La Soledad)	N00.86249°	W077.57143°	2735
L 3	Potosí (San Pedro)	N00.82494°	W077.56630°	2674
L4	Puerres (Tescual)	N00.86422°	W077.49900°	2693
L5	Pupiales Zona Urbana)	N00.86792°	W077.64050°	2965
Ciclo 2				
L6	Gualmatán (San Antonio)	N00.90169°	W077.56297°	2642
L7	Ipiales (La Soledad)	N00.86249°	W077.57143°	2735
L8	Potosí (San Pedro)	N00.082489°	W077.5679°	2681
L9	Puerres (Tescual)	N00.86422°	W077.49900°	2693
L10	Pupiales Calpután)	N00.85983°	W077.60609°	2888

En cada localidad y para cada uno de los semestres donde se realizaron los ensayos se hizo análisis de suelos, los datos se encuentran en los anexos A y B.

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. El anexo C muestra la precipitación mensual en cada localidad. Los datos corresponden a información obtenida en el IDEAM (2011).

3.2 MATERIAL GENÉTICO

Se evaluaron 20 líneas de arveja (*Pisum sativum*) y dos testigos la variedad Andina y Sindamanoy, procedentes de la Universidad Nacional y Corpoica La Selva Antioquia disponibles en la Universidad de Nariño, las cuales fueron clasificadas como de hábito voluble 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.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

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 4).

Tabla 4. Clasificación de los ambientes para semestres A y B de 2009.

Periodo	Municipios (Localidades)				
2009	Gualmatan	Ipiales	Potosí	Puerres	Pupiales
Semestre A	L1	L2	L3	L4	L5
Semestre B	L6	L7	L8	L9	L10

Cuadro 1. Genotipos de arveja Voluble, identidad y procedencia

No.	Genotipo	Genealogía	Color del grano
1	UN 7371-2	[(Santa Isabel x WSU31*)] 7B	Verde con hiliium blanco
2	UN7370-1	(Santa Isabel x WSU31*) F ₂ -9 ^a	Verde con hiliium negro
3	UN7232-1	[WSU 31 X (Santa Isabel x WSU31*)] 3 ^a	Verde con hiliium blanco
4	UN7143-3	(Santa Isabel x San Isidro) MC	Verde con hiliium blanco
5	UN7143-2	(Santa Isabel x San Isidro) MB	Verde con hiliium blanco
6	UN7143-1	(Santa Isabel x San Isidro) MA	Crema oscuro con hiliium negro
7	UN7364	(Santa Isabel x WSU31*) F ₂ -2	Verde con hiliium blanco
8	UN7336	[(Santa Isabel x ICA TOMINE)/(Santa Isabel x AUSTRALIA 26)] x [(Santa Isabel x San Isidro)/(Santa Isabel x WSU23)] F ₂ -MG	Verde con hiliium blanco
9	UN7328	[(AUSTRALIA26x SANTA ISABEL)/(ALEMANIA 23 x SANTA ISABEL)] x [(NEW ERA WISCOUNSIN x SANTA ISABEL)/(SAN ISIDRO x SANTA ISABEL)] F ₂ ME	Crema con hiliium blanco
10	UN7325	[(AUSTRALIA26x SANTA ISABEL)/(ALEMANIA 23 x SANTA ISABEL)] x [(NEW ERA WISCOUNSIN x SANTA ISABEL)/(SAN ISIDRO x SANTA ISABEL)] F ₂ MB	Crema con hiliium negro
11	UN7324	[(AUSTRALIA26x SANTA ISABEL)/(ALEMANIA 23 x SANTA ISABEL)] x [(NEW ERA WISCOUNSIN x SANTA ISABEL)/(SAN ISIDRO x SANTA ISABEL)] F ₂ MA	Crema quemado con hiliium negro
12	UN7313	[(SANTA ISABEL x TOLIMA 3)/(SANTA ISABEL x AUSTRALIA 26)] X [(SANTA ISABEL x ALEMANIA 23)/(SANTA ISABEL x NEW ERA WISCOUNSIN)] F ₂ -MM	Crema quemado con hiliium negro
13	UN7115	L 3661 x MAESTRO F ₃ – MB-M-MB	Crema con hiliium blanco
14	UN7103	STA ISABEL x U. IDAHO F ₄ – 1 – MM	Crema con hiliium blanco
15	UN7100	LINEA FITOPATOLOGICA 2 x MAESTRO F ₃ – 4 - M - MB – M	Crema con hiliium blanco
16	ILS3621	29774	Crema con hiliium blanco
17	ILS3597	29776	Crema con hiliium blanco
18	ILS3595	29766	Crema con hiliium blanco
19	ILS3594	29764	Crema oscuro con hiliium blanco
20	ILS3593	29749	Verde con hiliium blanco

En cada experimento se estableció un Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones (Anexo D - H). La unidad experimental fue de 3 surcos de 2 m de largo con distancia entre surcos de 1m para un total de 6 m². Estas parcelas se sembrarán en forma contigua en cada bloque para evitar el efecto de borde. El área útil de la parcela fue de 5,60 m² correspondiente a tres surcos descartando las plantas extremas.

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 I, L). Al momento de la siembra se aplicó en el fondo de cada surco abono 15-15-15 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. Se realizó la labor de tutorado vertical con guaduas de 2,50 m de altura colocándolas cada 3m, alambre calibre 16 para colgar allí las plantas en amarre individual con hilaza agrícola cuando tenían de 10 a 20 cm de altura.

3.4 VARIABLES A EVALUAR

Días a inicio de floración (DF): Cuando el 50% de las plantas de la parcela presentaron la primera flor.

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.

Altura de la planta (A): 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 (NVP): Se conto el número de vainas obtenidas en un surco de la unidad experimental y ese valor se dividió entre el número de plantas cosechadas en dicho surco para obtener el promedio.

Longitud de la vaina (L10VV): Se toma al azar 10 vainas verdes y se midió su longitud en centímetros.

Número de granos por vaina (NG15V): Se tomo al azar en cada unidad experimental 15 vainas se conto sus granos y se obtuvo el promedio.

Peso de grano por vaina Verde: El total de vainas cosechadas y contadas del surco central fueron desgranadas y el peso de los granos se registró para luego dividirlos entre el número de vainas.

(Rendimiento en vaina verde (RtoGV): Se cosecharon los tres surcos del área útil y se obtuvo el rendimiento Kg/ha.

Reacción a enfermedades: Para efecto de evaluar las enfermedades del complejo *Ascochyta antracnosis* que normalmente se presentan juntas en la zona, se utilizó siguiente escala:

Ascochyta + Antracnosis

La evaluación de las enfermedades se realizó bajo condiciones naturales y para medir la incidencia de las enfermedades, se utilizó una escala de valoración, adaptada de Tamayo (1995).

La escala fue de 1 a 5 en donde:

1 R= resistente: no se observa la presencia de ninguna mancha producida por estos patógenos en las plantas.

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

3 MS= Moderadamente susceptible: se observa la presencia de manchas frecuentes en las hojas y a veces un poco en los tallos en la parte inferior y media de la planta también 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 y vainas las manchas coalescen, hay defoliación, muchas vainas afectadas y en ocasiones algunas plantas se mueren por efecto de la enfermedad.

Se incluyeron como testigos las variedades comerciales Sindamanoy y Andina.

Análisis estadístico. Para los resultados de ciclo de cultivo, correspondientes a días a floración (DF) y días a cosecha en verde (DCV), 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

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_{ij} I_j + \sigma_{ij} + \Sigma_{ij}$$

Donde:

β_{0i} : 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

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

σ_{ij} = Desviación de la regresión

Σ_{ij} = 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 Q).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DÍAS A FLORACIÓN (DF)

En la Tabla 5 se representan los días a floración (DF) en los 10 ambientes estudiados para el semestre A y B de 2009. Los resultados indican que en DF no hubo mayores diferencias entre las localidades que variaron entre 59 y 61,90 días durante el primer ciclo (Anexo J). Para el semestre A la línea UN 7100 presentó la floración más temprana en Potosí 1 con un valor de 50 días; La línea UN7324 es la más tardía con 69 días en la localidad de Pupiales1.

Tabla 5. Días a floración para 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

Genotipo	Localidades									
	Gualma 1	Ipi1	Poto 1	Pue1	Pupi1	Gualma 2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	56	62	57	65	56	57	62	63	60	62
Andina	55	60	57	60	55	62	64	63	63	64
UN7371-2	64	66	64	65	62	66	67	72	66	66
UN7370-1	62	60	61	60	63	60	61	63	64	65
UN7232-1	61	65	61	65	61	57	62	59	61	61
UN7143-3	61	66	65	67	61	63	67	66	66	64
UN7143-2	60	66	66	66	61	64	67	66	67	64
UN7143-1	61	67	66	67	61	63	64	66	66	65
UN7364	59	60	58	61	60	61	63	63	63	61
UN7336	55	53	55	56	56	60	60	59	63	58
UN7328	58	64	60	63	60	63	65	63	66	62
UN7325	62	64	66	65	63	62	64	63	64	64
UN7324	59	60	58	62	59	60	63	60	61	62
UN7313	61	59	60	60	58	64	67	67	66	65
UN7115	63	63	62	64	61	68	67	71	65	66
UN7103	62	64	65	65	62	65	65	65	64	67
UN7100	51	57	50	53	51	54	57	56	57	58
ILS3621	59	60	60	60	55	61	63	59	64	63
ILS3597	62	60	62	61	61	62	64	62	62	59
ILS3595	58	55	52	56	57	52	55	52	56	56
ILS3594	58	56	58	58	59	55	59	53	56	55
ILS3593	60	62	63	63	60	59	62	63	64	62
		61,3							62,9	
Prom. Loc	59	1	60,27	61,90	59,19	61	63,09	62,45	0	62,22
Rango	13	14	16	14	12	16	12	20	11	12
Desviación										
n	3,08	3,83	4,42	3,80	3,04	3,94	3,26	4,94	3,25	3,29

Ambientes semestre A 2009: Gualma1: Gualmatán1, Ipi1: Ipiales1, Poto1: Potosí1, Pue1: Puerres1, Pupi1: Pupiales1

Ambientes semestre B 2009: Gualma2: Gualmatán2, Ipi2: Ipiales2, Poto2: Potosí2, Pue2: Puerres2, Pupi2: Pupiales2

En el conjunto de datos durante el semestre B se observa una mayor variabilidad en cuanto a los días a floración en los ambientes de Gualmatan2 y Potosí 2. En estos ambientes se encuentran diferencias entre genotipos precoces y tardíos de 16 a 20 días, mientras que en los ambientes de Ipiales2, Puerres2 y Pupiales2 se observó una diferencia de 12 y 11 días entre los genotipos respectivamente. En general la floración fue más tardía para el semestre B. (Tabla 5).

La línea más precoz es la ILS 3595 con 52 días en las localidades de Gualmatan2 y Potosí 2 manifestando su precocidad de manera constante en todos los ambientes. La línea UN7371-2 presentó la floración más tardía en la localidad de Potosí 2 con 72 días.

Al respecto Martínez y Acosta (1997) afirman que si bien el ambiente ejerce algún efecto sobre el comportamiento de la floración, la diferencia entre las líneas más tardías y más precoces se mantiene como consecuencia de un factor altamente heredable.

Esta leguminosa requiere 250 a 380 milímetros de agua bien distribuidos por ciclo de cultivo; es muy sensible a la escasez, sobre todo en épocas de crecimiento e inicio de la floración (Inat-Corpoica, 2000; ICA, 1993) 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 con excepción de Potosí2 los cuales oscilaron entre 249.8 y 156.8 mm en los ambientes de Pupiales1 y 2 no se registran datos de precipitación; sin embargo, no se observan diferencias superiores a cuatro DF entre las medias de las localidades. Se puede deducir que los genotipos llegaron a la floración con una disponibilidad hídrica normal. (Anexo C).

Snoad y Arthur (1974) afirman 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.

De acuerdo con el análisis de suelos en las diferentes localidades (Anexos A y B) 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 fertilidad de los suelos y posiblemente tales diferencias puedan relacionarse con las variaciones en la precipitación pluvial o en la constitución genética de las líneas.

En investigaciones realizadas por Gonzales y Ligarreto (2006), 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.

4.2 DIAS A COSECHA EN VERDE (DCV)

En la Tabla 6 se observa que hay mayor variación en días a cosecha en verde dentro de los ambientes del semestre B(2009) con diferencia entre genotipos de 25 a 39 días, respecto a las diferencias observadas dentro de cada uno de los ambientes del semestre A cuyas diferencias oscilaron entre 10 a 16 días. En general para el semestre B de 2009 se observa una reducción en el número de días a cosecha en verde en relación al semestre A.

Los resultados del semestre A del 2009 indican que las líneas con mayor precocidad en Gualmatan1 fueron UN7143-2, UN 7143-1, UN 7328, UN7324, UN7232-1, UN7113, ILS3595 y ILS3594 y con 101 días; en Ipiales1 las líneas UN7324 y ILS3595 con 111 DCV, en Potosí las líneas UN7371-2, UN7364, UN7336, UN7328, UN7328, UN7324 y ILS3595 con 119 días; en Puerres1 las líneas más precoces fueron UN7370-1, UN7143-1, UN7336, UN7328, UN7324 con 128 días y finalmente en Pupiales1 la mayor precocidad se observó en las líneas UN 7370-1, UN 7232-1 con 135 días. En el semestre A, la tendencia a la precocidad fue más consistente en la línea UN7324 que la evidenció en 4 de los 5 ambientes y también sobresalió por precocidad la línea ILS3595 en 3 de los 5 ambientes.

En el segundo semestre de 2009 la línea ILS3595 fue la más precoz en todos los ambientes con 91 días en Gualmatan2, 93 días en Ipiales2, 96 días en Potosí2, 89 días en Puerres2 y 103 días en Pupiales2.

Para el semestre A de 2009 los testigos Andina y Sindamanoy estuvieron entre las más tardías en Gualmatan2 con 121 días. En Ipiales2 las líneas UN7115, UN7103 y ILS3621 fueron las más tardías con 124 días. Andina y Sindamanoy estuvieron entre 120 y 121 días. En Potosí 1 los testigos Andina y Sindamanoy estuvieron entre las más tardías con 135 días. En Puerres 1 las líneas más tardías fueron UN7115, UN7103 y ILS3594 con 130 días. En Pupiales1 los testigos Andina y Sindamanoy estuvieron entre las más tardías con 149 días.

Las líneas más tardías para el semestre B de 2009 fueron en Gualmatan2 UN7371-2, UN7143-3, UN7143-1, UN7364 y UN7336 con 116 días. Andina y Sindamanoy estuvieron entre 112 y 102 días; en Ipiales2 las líneas UN 7370-1, UN 7143-3, UN 7143-1, UN 7364, UN7336 y UN 7115 con 127 días. En Potosí 2 las líneas UN 7371-2, UN7143-1, UN7364, UN7336 y UN 7103 con 130 días. En Puerres 2 las líneas más tardías fueron UN 7143-2, UN7143-1 y UN7364 con 128 días; en Pupiales2 las líneas más tardías fueron UN7371-2, UN7143-1, UN7143-3 UN 7364, UN7336 y UN 7115 con 137 días.

Tabla 6. Días a cosecha en verde para 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en diez ambientes del sur del departamento de Nariño.

Genotipo	Localidades									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	121	120	135	131	149	102	113	116	109	123
Andina	121	121	135	131	149	112	123	126	119	133
UN7371-2	121	114	119	131	135	116	127	130	123	137
UN7370-1	121	121	135	128	149	112	123	126	119	133
UN7232-1	101	114	135	131	135	112	123	126	119	133
UN7143-3	121	121	135	134	144	116	127	130	109	137
UN7143-2	101	114	135	131	139	102	113	116	128	123
UN7143-1	101	114	135	128	139	116	127	130	128	137
UN7364	121	117	119	134	149	116	127	130	128	137
UN7336	121	117	119	128	149	116	127	130	123	137
UN7328	101	114	119	128	149	102	123	116	109	123
UN7325	121	120	135	134	149	102	113	116	109	123
UN7324	101	111	119	128	135	102	123	116	109	123
UN7313	101	117	135	131	149	112	104	126	119	133
UN7115	121	124	135	138	149	116	127	130	123	137
UN7103	121	124	135	138	149	102	113	116	109	123
UN7100	121	117	135	128	139	102	113	116	109	123
ILS3621	121	124	135	134	149	102	123	116	109	123
ILS3597	121	122	135	137	149	102	123	116	109	123
ILS3595	101	111	119	131	135	91	93	96	89	103
ILS3594	101	117	135	138	149	102	113	116	109	123
ILS3593	121	120	135	134	149	112	123	126	119	133
Prom. Loc	114	117,90	130,63	132,09	114,86	107,59	119,13	121,18	114,86	128,18
Rango	20	13	16	10	14	25	34	34	39	34
Desviación	9,84	4,05	7,29	3,49	5,90	7,26	8,80	8,40	9,29	13,62

Ambientes semestre A 2009: Gualma1: Gualmatán1, Ipi1: Ipiiales1, Poto1: Potosí1, Pue1: Puerres1, Pupi1: Pupiales1

Ambientes semestre B 2009: Gualma2: Gualmatán2, Ipi2: Ipiiales2, Poto2: Potosí2, Pue2: Puerres2, Pupi2: Pupiales2

El testigo Andina para DCV estuvo en valores que oscilaron entre 112 y 149 días mientras que Sindamanoy estuvo entre 102 y 149 días. En general estos dos testigos se ubicaron en los grupos intermedios o tardíos.

Al respecto Matta y Martínez (1997) mencionan que las condiciones de menor precipitación puede influir produciendo una disminución en el tiempo requerido para cumplir las diferentes fases de desarrollo de la planta.

Análisis de Varianza: el Análisis de Varianza combinado mostró diferencias significativas para los genotipos, ambientes y la interacción genotipos x ambiente en todas las variables (Tabla 7).

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 7).

4.3 ALTURA DE PLANTAS (AP)

En el semestre A únicamente se observaron diferencias entre las líneas evaluadas, en las localidades de Gualmatan1 y Pupiales1.

Para la localidad de Gualmatán 1 el promedio de altura fue de 176,2cm se destacaron las líneas UN7232-1, UN7143-2, UN7364, UN7328, UN7115, ILS3621 con promedios entre 189,67y 182 cm las variedades Sindamanoy y Andina con promedios entre 191,67 y 189.33 cm respectivamente, superando al 36% de los genotipos evaluados. (Tabla 8).

En Pupiales1 las variedades Andina y Sindamanoy con promedios de 164,67 y 162,67 presentaron diferencias significativas en altura con las líneas ILS3595 y ILS3594 con respecto a que alcanzaron 113 y 115 cm respectivamente.

En el semestre 2, se presentaron diferencias en AP en todas las localidades excepto en Potosí 2.

En Gualmatan2 la variedad Andina con promedio de 163,33 cm presentó diferencias significativas con respecto a las líneas ILS3595, UN7313, UN7364, UN7143-1, y ILS3597 cuyos valores oscilaron entre 99,33 y 119,33 cm (Tabla 8). Para Pupiales2 las líneas UN7103, ILS3621, UN7115 y ILS7232-1 con promedios entre 120,3 y 125,67 cm. Superaron a ILS3595 con 97,33 cm.

En Puerres2 Andina con 128cm presento mayor altura que las líneas UN7371-2, UN7370-1, UN7143-1, UN7113, ILS3597 y ILS3595 cuyos promedios estuvieron entre 99 y 73 cm. Sindamanoy por su parte mostro mayor altura que ILS3595 (73cm). (Tabla 8).

En la localidad de Pupiales2 la línea ILS3621 con un valor de 180 cm superó significativamente a ILS3595, UN7143-1, UN7143-2 y UN7371-2 que no superaron los 143,68 cm de altura. La línea ILS 3595 fue superada por el 50% de las líneas evaluadas.

Los resultados de altura muestran que existen algunos genotipos que tienden a ser altos en varios ambientes, pero no en todos y otros que son de porte bajo en la mayor parte de ambientes, pero muy pocos son completamente consistentes manteniendo su condición de planta alta o de porte bajo en todos los ambientes.

Tabla 7. Cuadrados medios del ANDEVA para siete variables estudiadas en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en cinco municipios del sur del departamento de Nariño.

F.V.	GL	ALT	NVP	PVV	LV	NGV	PGVV	REN/KG/Ha
Genotipos	21	29474,67**	5926,20**	55,64**	25,62**	1,68**	3,88**	59738531**
Ambientes	9	2199,62**	536,66**	25,76**	5,08**	1,22**	6,84**	435701613**
Geno X amb	189	208,99**	79,61**	1,62**	0,66**	0,61**	0,31**	6399233**
Error420		147,08	41,22	1,19	0,37	0,45	0,20	2429276
CV		8,79	32,13	14,55	7,38	10,79	12,38	29,89

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; PGVV= peso de granos verdes; RTOGVHa= rendimiento grano verde por hectárea (kg/Ha).

Tabla 8. Comparación de promedios para altura de plantas de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	191,67 a	149,77 a	167,67 a	155,33 a	162,67 a	149,33 ab	115,67 ab	149,33 a	118,33 abc	156 abc
Andina	189,33 a	150 a	171,33 a	158,9 a	164,67 a	163,33 a	115,67 ab	144,67 a	128 a	158,33 abc
UN7371-2	162 ab	117,44 a	151 a	141,67 a	138,33 ab	124,67 abc	107,67 ab	125,67 a	97,67 bcd	151,33 abc
UN7370-1	166 ab	125,88 a	151 a	123,43 a	123,33 ab	127 abc	105 ab	101,33 a	93 cd	142,67 bc
UN7232-1	189,67 a	145,88 a	159,33 a	140,67 a	159,33 ab	130,37 abc	125,67 a	104,33 a	124 ab	160,33 ab
UN7143-3	171 ab	131,33 a	163,33 a	144,77 a	147,33 ab	127,73 abc	108 ab	150 a	110 abc	148,67 abc
UN7143-2	187,33 a	132,88 a	159 a	145,57 a	136,67 ab	138 abc	113,67 ab	130,67 a	109,33 abc	140,67 bc
7143-1	151 b	124,99 a	148,67 a	130 a	131,33 ab	109,67 bc	105 ab	99,33 a	96,67 bcd	143,67 bc
UN7364	185,67 a	144,99 a	162,67 a	147,67 a	155 ab	109,67 bc	116,67 ab	111 a	107 abc	161 ab
UN7336	172,33 ab	134,66 a	166 a	134,43 a	144,67 ab	122,33 abc	113,67 ab	131,67 a	116,67 abc	164,33 ab
UN7328	183,33 a	138,33 a	161,67 a	134,47 a	137,33 ab	133,33 abc	114,33 ab	134 a	110,67 abc	155,33 abc
UN7325	172,33 ab	148,44 a	167,33 a	145,57 a	153 ab	121,67 abc	116,67 ab	112,67 a	102 abc	141,33 bc
UN7324	172,33 ab	119,11 a	151,33 a	137,77 a	154,33 ab	127,33 abc	112,67 ab	135,67 a	103 abc	160,33 ab
UN7313	171 ab	137,11 a	162,33 a	145 a	131 ab	116 bc	107,33 ab	139,67 a	99 bcd	152,67 abc
UN7115	182 a	146,33 a	169,33 a	156,1 a	151,33 ab	133,67 abc	124,33 a	124,33 a	107,33 abc	164,67 ab
UN7103	176,67 ab	149,44 a	163 a	135 a	144,33 ab	126,33 abc	120,33 a	130 a	104,67 abc	149,33 abc
UN7100	173,33 ab	139,99 a	164,67 a	130,57 a	143 ab	124,67 abc	107 ab	130,33 a	115 abc	150 abc
ILS3621	185,67 a	142,99 a	171,67 a	136,9 a	149,67 ab	134,67 abc	121,67 a	148,67 a	124,67 ab	180 a
ILS3597	176 ab	134,89 a	154,67 a	132,23 a	120,67 ab	119,33 bc	109,33 ab	128 a	98,67 bcd	145,33 abc
ILS3595	165 ab	122,22 a	156,67 a	123,87 a	113,33 b	99,33 c	nsdfn b	115 a	73,67 d	123,67 c
ILS3594	176 ab	140,77 a	145 a	121,9 a	115,33 b	127,33 abc	114 ab	107 a	109,67 abc	159,67 ab
ILS3593	176,67 ab	137,88 a	169 a	132,23 a	131,33 ab	123,33 abc	111 ab	105,33 a	117,33 abc	150 abc
DMS Tukey	29706	37249	27769	38449	46888	41968	21469	58,39	28673	35234
Media loc,	176,2	137,06	160,76	138,82	141,27	126,78	112,85	125,39	107,56	152,7

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

En consecuencia los genotipos Andina, Sindamanoy, ILS3621, UN7115, UN7328, UN7364, UN 7143-2, UN7232-1 que mostraron superar a las líneas de más bajo porte en algunos ambientes, pueden por su altura ser de menor interés salvo que su capacidad productiva justifique su selección, pero las variaciones dentro de las arvejas volubles o dentro de arvejas arbustivas puede ser controlada por genes menores que interactúan con el ambiente.

Lo anterior permite deducir que desde el punto de vista de AP son más deseables las plantas de porte intermedio que sin dejar de ser volubles presentan una arquitectura de planta que facilita labores de tutorado esta condición la cumplen las líneas UN7371-2, UN7370-1, UN7143-3, UN7143-1, UN7336, UN7325, UN7324, UN7313, UN7103, UN7100, ILS3597, ILS3595, ILS3594 e ILS3593 las cuales en cinco ambientes mantuvieron la característica de porte intermedio por la cual fueron seleccionadas en la evaluación previa realizada antes de la presente investigación.

Al respecto Muñoz (2012), en el análisis la interacción genotipo ambiente de 20 líneas de arveja arbustiva para cinco municipios de la zona sur del departamento de Nariño, encontró que la variación en los resultados de altura que mostraron 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.

La mayor altura esta relacionada con mayor agresividad de las plantas que hacen más difícil las labores de tutorado al requerir mayores gastos, tamaño de postes, en propileno y jornales lo cual constituye un inconveniente para el productor. Seleccionar menos agresivas ósea de porte bajo, pero igualmente productivas o superiores que las variedades Andina y Sindamanoy contribuye a reducir los costos por tutorado.

Sin embargo Pandey y Gritton (1975), afirman que el crecimiento indeterminado no es un carácter favorable porque acarrea un desarrollo excesivo de la masa foliar además coexistencia de granos con distinto grado de madurez que interfieren en la recolección.

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).

Los resultados muestran que en los distintos ambientes varias de las líneas evaluadas tienen como característica menor altura que andina y Sindamanoy entre

ellas se destacan las líneas UN 7143-1 y ILS 3595 que mostraron menor porte que los testigos en tres de los ambientes evaluados. Sin embargo en Gualmatán 2 hubo 4 líneas de menor altura respecto a Andina y una menor que Sindamanoy mientras que en Pupiales dos líneas estuvieron por debajo de Andina y Sindamanoy. Lo anterior indica que hay entre las líneas genotipos de comportamiento diferencial en su altura a través de los ambientes y que aquella línea de porte más bajo puede ser de interés si sus rendimientos son semejantes o superiores a los testigos Andina y Sindamanoy.

4.4 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA (NVP)

Para Gualmatán 1 la línea UN7364 con 62.77 vainas/planta fue significativamente superior a las líneas UN7134-1, ILS3597, UN7103, UN7115, ILS3594, UN7371-2 y ILS3595 con promedios entre 29,03 y 16,13 vainas/planta. La línea UN7143-3 con 51,73 vainas por planta superó a UN7370-1, ILS3594 e ILS3595 que fluctuaron entre 18,93 y 16,13 (Tabla 11). Para Ipiales1 la variedad Andina (49,97) presentó diferencias significativas con UN7115, ILS3597, y ILS3595 con promedios de 17.83, 19,20 y 16,63 respectivamente (Tabla 9).

En Potosí 1 la línea UN7324 con 47,18 vainas por planta corresponde a un genotipo de alto promedio que logró diferencias significativas con respecto a las líneas UN7103, ILS3595, ILS3593 e ILS3594 con promedios entre 20,49 y 12,48 vainas/planta. Para la localidad de Puerres 1 las líneas ILS3593 (33,83), ILS7313 (34,20) y UN7324 (3,80) superaron estadísticamente a la línea ILS3595 (11,55). Mientras que para la localidad de Pupiales1 las medias oscilaron entre 16,73 y 34,50. vainas por planta sin diferencias significativas entre las líneas evaluadas. (Tabla 9).

Para la localidad de Gualmatán 2 e Ipiales2 no se observaron diferencias entre líneas evaluadas los promedios oscilaron entre 27,15 y 7,5 vainas/planta no hubo diferencias significativas, mientras que en la localidad de Ipiales2 los promedios oscilaron entre 15,18 y 6,64 vainas por planta. En Potosí 2 las líneas UN7371-2 y UN7143-2 con promedios de 20,33 y 20,44 superaron al 50% de los genotipos estudiados. (Tabla 9).

En Puerres 2 la línea UN7371-2 (15,35) presentó diferencias significativas con la variedad Sindamanoy (7,11) y con las líneas UN7103 (6,39), ILS3597 (6,27) e ILS3594 (6,93), Por otra parte las líneas UN7364 con 14,89 vainas/planta y ILS3621 con 14,40 vainas/planta mostraron mayor promedio que ILS3597 y UN7103 estas últimas no superaron las 6,4 vainas/planta. Para la localidad de Pupiales2 la línea UN7371-2 con 19,36 vainas/planta presentó diferencias estadísticas con el grupo de las líneas las ILS3594, ILS3597 e ILS3595 con promedios entre 7,29 y 6,57 vainas/planta.

Tabla 9. Comparación de promedios para la variable número de vainas por planta en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	41,4 abc	33,1 abc	26,78 abc	27,49 ab	26,03 a	18,33 a	9,56 a	7,53 b	7,11 abcd	9,17 abc
Andina	41,23 abc	19,96 a	36,23 abc	23,67 ab	20,6 a	21,57 a	13,56 a	14,03 ab	10,81 abcd	17,25 abc
UN7371-2	29,03 abc	31,06 abc	30,43 abc	23,45 ab	17,7 a	24,16 a	11,53 a	20,33 ab	15,55 a	19,36 a
UN7370-1	17,86 c	27,47 abc	25,8 abc	17,31 ab	23 a	8,29 a	7,76 a	8,18 b	7,83 abcd	9,98 abc
UN7232-1	40,23 abc	25,6 abc	37,17 abc	18,76 ab	19,73 a	13,38 a	9,26 a	6,86 b	10,84 abcd	11,84 abc
UN7143-3	51,73 ab	28,23 abc	30,17 abc	27,37 ab	21,2 a	17,36 a	7,65 a	13,83 ab	13,06 abcd	13,58 abc
UN7143-2	42,77 abc	30,03 abc	34,45 abc	31,8 ab	24,27 a	21,19 a	15,18 a	20,44 a	14,35 abc	14,08 abc
UN7143-1	31,5 abc	28,07 abc	33,17 abc	31,03 ab	21,3 a	17,16 a	10,17 a	12,34 ab	14,28 abc	16,04 abc
UN7364	62,77 a	30,4 abc	38,37 abc	33,03 ab	34,5 a	16,67 a	10,18 a	7,61 b	14,89 ab	17,24 abc
UN7336	41,97 abc	28,03 abc	40,23 ab	31,33 ab	30,73 a	27,15 a	13,25 a	9,55 ab	9,68 abcd	9,68 abcd
UN7328	37,83 abc	37,37 abc	36,78 abc	25,67 ab	20,83 a	19,41 a	8,49 a	11 ab	7,87 abcd	15,95 abc
UN7325	35,67 abc	33,73 abc	31,17 abc	24,57 ab	19,4 a	7,65 a	9,97 a	11,04 ab	10,37 abcd	11,31 abc
UN7324	41,1 abc	32,53 abc	47,18 a	33,8 a	27,63 a	20,44 a	9,9 a	12,12 ab	12,85 abcd	14,4 abc
UN7313	46,93 abc	28,77 abc	24,31 abc	34,2 a	16,4 a	14,7 a	10,66 a	15,91 ab	12,65 abcd	16,77 abc
UN7115	26,73 bc	17,83 bc	24,64 abc	14,54 ab	14,73 a	14,24 a	9,67 a	7,35 b	8,05 abcd	16,72 abc
UN7103	27,6 bc	42,8 ab	20,49 bc	20,7 ab	17,5 a	9,04 a	9,09 a	7,72 b	6,39 cd	8,28 abc
UN7100	37,4 abc	38,97 abc	30,36 abc	20,7 ab	28,7 a	13,89 a	9,56 a	8,28 b	9,32 abcd	12,26 abc
ILS3621	32 abc	27,2 abc	21,93 abc	17,7 ab	22 a	16,17 a	8,59 a	7,66 b	14,39 ab	10,84 abc
ILS3597	28,9 bc	19,2 bc	16,88 bc	13,4 ab	26 a	9,44 a	6,48 a	6,33 b	6,27 d	6,92 c
ILS3595	16,13 c	16,63 c	19,42 bc	11,55 b	16,8 a	8,04 a	7,03 a	10,05 ab	8 abcd	6,57 c
ILS3594	18,76 c	29,07 abc	12,48 c	20,47 ab	16,63 a	7,5 a	6,64 a	7,63 b	6,93 bcd	7,29 c
ILS3593	32,67 abc	26,6 abc	17 bc	33,83 a	20,7 a	7,41 a	7,74 a	7,16 b	7,9 abcd	10,03 abc
DMS Tukey	31338	25291	26292	21649	20502	20736	88327	11149	8008	11871
Media loc,	35,56	28,76	28,88	24,38	22,11	15,15	9,63	10,59	10,43	12,53

Martínez y Acosta (1997) afirman que las líneas que muestran mayor precocidad en las variables días a floración, días a formación y llenado de vainas y días a madurez de cosecha se encuentran en el grupo de las menos productivas con bajos promedios en el número de vainas por planta; lo cual confirma una tendencia que existe en el mejoramiento genético de las plantas cultivadas al sostener que la precocidad sacrifica el rendimiento. Lo anterior se cumple en la presente investigación para la línea precoz ILS3595, sin embargo, existen excepciones como la línea UN7324 que siendo precoz en varios ambientes pudo manifestar alto número de vainas en algunas localidades.

Este concepto diferencial puede atribuirse a la distinta constitución genética de las líneas evaluadas además de la tendencia de que la precocidad sacrifique rendimiento. Sugiere que hay algún grado de ligamiento entre los genes que controlan el periodo vegetativo de las plantas y los genes que responden por el rendimiento y sus componentes. Sin embargo, el hecho de que existan líneas precoces con alta carga, también sugiere que de existir el ligamiento antes mencionado, este no es muy grande y permite que a través de cruzamientos se logre obtener genotipos con las dos características deseables juntas como son precocidad y alto número de vainas.

Las condiciones secas en las fases de desarrollo vegetativo y floración, conducen a mermas en el número de vainas y ramas (Sañudo, et al., 1999).

4.5 PESO DE VAINAS VERDE (PVV)

Para la localidad de Gualmatán 1 las líneas ILS3597 y ILS3593 con promedios de 11,22 y 11,27 gramos mostraron diferencias significativas con el 68% de las líneas evaluadas. En Ipiales la línea ILS3597 con 11,62 g se destaca por presentar diferencias significativas con las líneas UN7100 (6,27 g) y UN7324 (6,27 g), UN7336 (6,27g) y UN 7364 (5,53), Mientras que en Potosí 1 las líneas ILS3594, ILS3593 y ILS3597 con promedios entre 10,13 y 9,98 g, mostraron diferencias significativas respecto al 73% de las líneas evaluadas, mientras que UN7370-1 (8,95) superó al 59% de las líneas. En Puerres 1 los genotipos en estudio no presentaron diferencias significativas entre ellos con promedios entre 9,53 y 6,22 g. (Tabla 10).

En Pupiales, el peso de las vainas varió entre 4,84 y 12,39. La única diferencia se presentó entre las líneas ILS3597 y la línea ILS3595 con 4,84 g.

En Gualmatán 2 las líneas ILS3597 (9,24 g) y UN7325 (9,22 g) presentaron el valor más alto en relación al 40% de los genotipos estudiados, mientras que UN7370-1, UN7115 y UN3621 con promedios de 8,07 superaron al 18% de las líneas.

Para la localidad de Ipiales2 la línea ILS3594 con un promedio de 9,75 g. Presentó un promedio significativamente superior al 55% de las líneas evaluadas que presentaron promedios inferiores a 7,25. El 77% de las líneas en estudio superaron a la línea ILS3595 de más bajo promedio (4,07).

En la localidad de Potosí 2 los genotipos ILS3597 y ILS3621 con 8,87 g. son estadísticamente superiores a las líneas UN7364, UN7336 e ILS3595 con promedios entre 3,6 y 5,22 g. La línea ILS3594 (8,29 g) también corresponde a un genotipo de alto promedio que logró diferencias significativas con UN7232-1, UN7336 y ILS3595 cuyos promedios oscilaron entre 4,69 y 3,60 g. (Tabla 10).

En la localidad Puerres 2 las líneas ILS3593 (11,96 g) e ILS3594 (11,56 g) superaron al 55% de las líneas evaluadas incluyendo los testigos Andina y Sindamanoy con valores inferiores a 8,54 g. La línea ILS3597 (11,31 g) presentó diferencias significativas con el 45% de los genotipos evaluados. Para Pupiales2 la línea ILS3597 con peso de vainas verdes de 10,62 gr fue significativamente diferente al 22,7% de los genotipos evaluados, mientras que la línea ILS3593 (9,29 g) tuvo diferencias significativas con el 77% de los materiales estudiados que estuvieron por debajo de 8,37 g.

En general, a través de las localidades se destacó la línea ILS3597 con valores entre 8,87 y 11,82 g, la cual superó a la mayor parte de las líneas y al testigo Sindamanoy en un ambiente y en cuatro localidades al testigo Andina. De igual manera, se destacaron para este carácter las líneas ILS3594 e ILS3593 con valores entre 6,89 y 11,96%. Las demás líneas incluyendo los testigos, muestran una tendencia a valores intermedios y variables en las diferentes localidades, lo cual sugiere que este rasgo es de herencia cuantitativa, gobernado por muchos genes.

4.6 LONGITUD DE VAINA VERDE (LVV)

Para la localidad de Gualmatán 1 la línea ILS3597 (11,27 cm) se destacó entre los demás genotipos, a excepción de ILS3594 cuyo promedio fue de 10,42 cm. La línea ILS3597 superó estadísticamente a los testigos Andina y Sindamanoy con valores de 8,92 y 9,52 cm, respectivamente. (Tabla 11). De igual forma, sobresalió la línea ILS3594 con una LVV de 10,41 cm, superando a las demás líneas evaluadas, con excepción de Sindamanoy, que alcanzó un promedio de 9,51 cm.

Tabla 10. Comparación de promedios para la variable peso de vaina verde en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	9,09 abcd	7,42 abc	7,35 bcdef	8,76 a	10,02 abc	6,71 abcdefg	7,29 abcdef	6,13 abcde	9,09 abcde	7,29 bcdefgh
Andina	8,09 cdef	7,85 abc	7,89 bcde	7,62 a	10,22 abc	7,31 abcdef	6,75 def	6,62 abcde	8,4 abcdefg	7,26 bcdefgh
UN7371-2	7,38 def	7,62 abc	7,11 cdef	7,11 a	7,57 bcd	6,69 bcdefg	7,13 bcdefg	7,45 abc	9,42 abcde	8,08 bcdef
UN7370-1	8,73 abcde	8,71 abc	8,95 ab	8,62 a	9,85 bc	8,07 abc	8,58 abcdef	5,89 abcde	9,85 abcd	8,15 bcde
UN7232-1	6,73 def	5,85 c	5,89 f	6,35 a	7,42 bcd	5,07 efgh	4,8 fg	3,91 de	5,44 gh	5,64 ghi
UN7143-3	7,29 def	7,62 abc	6,65 def	9,53 a	9,51 abc	6,76 abcdefg	7,58 abcdef	7,11 abcde	7,58 cdefgh	6,93 cdefgh
UN7143-2	7,38 def	7,35 abc	6,89 def	7,09 a	7,87 bcd	6,75 abcdefg	7,05 cdef	6,49 abcde	7,71 cdefgh	7,8 bcdefgh
UN7143-1	7,09 def	7,09 abc	7,04 cdef	8,84 a	8,06 bcd	5,98 cdefgh	6,97 def	6,4 abcde	8,49 bcdefg	6,73 defgh
UN7364	5,53 f	5,53 c	6,11 hf	6,62 a	6,91 cd	4,47 gh	5,2 efg	5,22 bcde	6,31 efgh	6,07 efghi
UN7336	6,2 ef	6,27 bc	6,53 def	6,51 a	7,64 bcd	4,93 fgh	6,33 defg	4,69 cde	5,75 fgh	6,07 efghi
UN7328	7,04 ef	7 abc	6,53 def	7,26 a	7,24 bcd	6 cdefgh	7,11 bcdef	5,71 abcde	7,33 defgh	5,35 hi
UN7325	7,69 cdef	8,05 abc	7,16 bcdef	8,13 a	8,75 bc	9,22 ab	8,6 abcdef	7,96 abc	10,55 abc	8,15 bcde
UN7324	7,36 def	6,54 bc	6,4 hf	6,35 a	7,31 bcd	6,2 cdefg	8,6 abcdef	6,6 abcde	8,27 bcdefg	5,84 fghi
UN7313	7,29 def	7,42 abc	6,47 hf	7,4 a	7,31 bcd	6,44 cdefg	7,07 bcdef	6,88 abcde	7,64 cdefgh	6,98 cdefgh
UN7115	8,55 bcde	8,84 abc	8,35 abcd	8,09 a	8,95 bc	8,07 abc	9,56 abcdef	7,36 abc	8,76 abcdef	9,11 abc
UN7103	7,35 def	7,72 abc	7,09 cdef	8,33 a	9,02 abc	7,6 abcde	7,09 bcdef	7,33 abc	8,04 cdefg	6,76 defgh
UN7100	6,47 def	6,27 bc	5,62 f	6,22 a	7,38 bcd	5,47 defgh	5,19 efg	5,67 abcde	6,4 efgh	5,18 hi
ILS3621	8,36 cdef	8,89 abc	8,73 abc	8,24 a	10,35 abc	8,07 abc	7,8 abcdef	8,87 a	9,08 abcde	8,66 abcd
ILS3597	11,22 ab	11,82 a	10,02 a	9,2 a	12,39 abc	9,24 a	9,51 abcdef	8,87 a	11,31 ab	10,62 a
ILS3595	5,49 f	6,52 c	5,71 f	6,6 a	4,84 d	3,62 h	4,07 g	3,6 e	4,47 h	4,35 i
ILS3594	10,11 abc	11,11 abc	10,13 a	8,98 a	8,71 bc	6,89 abcdefg	9,75 a	8,29 ab	11,76 a	9,15 abc
ILS3593	11,27 a	7,33 abc	9,98 a	9,31 a	9,97 abc	7,67 abcd	8,58 abcd	7,13 abcd	11,96 a	9,29 ab
DMS Tukey	26856	49473	18227	56501	33935	25515	24969	32881	32192	2246
Media loc,	7,81	7,67	7,39	7,78	8,51	6,69	7,3	6,55	8,35	7,25

Para la localidad de Ipiales1 las líneas ILS3597 y ILS3594 superaron estadísticamente al 77,2% de los genotipos estudiados incluyendo a los testigos Andina y Sindamanoy. En la localidad de Potosí 1 las líneas ILS3593 y ILS3597 con 11,81 y 10,46 mostraron promedios superiores al 72,2% de los materiales evaluados. Ambas líneas tuvieron diferencias significativas con la variedad Andina pero ILS3593 sólo superó estadísticamente a Sindamanoy (Tabla 11).

En la localidad de Puerres 1 solo se diferenciaron estadísticamente las líneas ILS3597 y UN7336 con promedios de 9,73 y 7,16, respectivamente, mientras que para Pupiales1 la línea ILS3593 (12,13 cm) fue estadísticamente diferente a los demás genotipos estudiados. Los testigos Andina y Sindamanoy presentaron promedios inferiores a 8,91 cm. En Gualmatán 2, la línea ILS3597 (10,60 cm) presentó diferencias significativas con las líneas UN7232-1, UN7370-1 y UN7364 con promedios entre 7,10 y 6,70 cm. No hubo diferencias significativas entre las líneas y los testigos.

Para Ipiales2 las líneas ILS3597 (11,12 cm), ILS3594 (11,13 cm) presentaron diferencias significativas con el 86% de los genotipos evaluados, incluyendo los testigos Andina y Sindamanoy que no superaron los 8,68 cm. Por otra parte, la línea ILS3593 fue superior estadísticamente al 41% de los individuos estudiados, sin embargo, no superó a los testigos Andina y Sindamanoy.

Para Potosí 2 las líneas ILS3597 (10,88 cm) e ILS3621 (10,08 cm), fueron las más representativas entre los genotipos evaluados, superando a los promedios presentados por el testigo Sindamanoy (8,37 cm). De igual manera, en Puerres 2 las líneas ILS3597, ILS3593 y ILS3594 con valores que oscilaron entre 11,35 y 11,72 cm superaron significativamente con los otros genotipos evaluados, incluyendo a los testigos Andina, adicionalmente ILS3594 superó además al testigo Sindamanoy. Finalmente, en la localidad de Pupiales2 la línea ILS3597 (10,07 cm) se destacó por presentar el mayor valor para la variable longitud de vaina verde y estadísticamente se diferenció con el 86.3% de los genotipos evaluados, incluyendo los testigos Andina y Sindamanoy (7,87 y 8,67 cm). Por su parte, la línea ILS3594 con 9,53 cm logró superar a Andina (7,87 cm). (Tabla 11).

En general, para la variable longitud de vaina verde, las líneas ILS3597, ILS3593, ILS3594 mostraron los mayores promedios en la mayoría de los ambientes, lo cual sugiere que este carácter puede ser altamente heredable, además estas líneas pueden ser de interés para un programa de mejoramiento genético de esta especie, en la cual se tenga como uno de los objetivos aumentar el tamaño de las vainas.

Tabla 11. Comparación de promedios para la variable longitud de la vaina (cm) en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	9,51 bcd	7,97 cdefgh	9,47 bcd	8,6 ab	8,9 bcde	9,63 abc	8,67 bcd	8,37 cde	9,55 bcd	8,67 bcde
Andina	8,91 cdef	8,43 cdef	8,88 cde	7,88 ab	8,43 cde	8,6 abc	8,43 bcd	8,63 bcde	8,67 cde	7,87 defg
UN7371-2	8,37 defgh	7,9 cdefgh	8,07 def	7,4 ab	8 cde	7,97 abc	8,5 bcd	8,35 cde	8,35 cde	8,13 cdef
UN7370-1	8,08 efgh	7,7 defgh	8,62 def	8,07 ab	7,7 de	7,1 abc	8,47 bcd	7,65 de	8,82 cde	7,93 defg
UN7232-1	7,43 gh	6,96 gh	7,81 ef	7,35 ab	7,53 de	7,1 abc	7,43 d	7,33 e	7,51 e	7,37 fg
UN7143-3	8,03 efgh	8,27 cdefg	8,31 def	7,9 ab	8,36 cde	8,13 abc	8,6 bcd	8,35 cde	8,1 cde	7,57 defg
UN7143-2	8,18 efgh	7,73 defgh	7,97 ef	7,97 ab	8,1 cde	7,97 abc	8,5 bcd	7,73 de	8,28 cde	7,83 defg
UN7143-1	7,77 fgh	6,93 gh	7,23 f	8,43 b	7,57 de	7,4 abc	8 cd	7,5 e	7,93 cde	7,63 defg
UN7364	7,37 gh	6,8 h	8,18 def	7,23 ab	7,16 e	6,7 c	7 d	7,6 e	7,7 ed	3,67 fg
UN7336	7,16 h	7,07 fgh	7,73 ef	7,16 b	7,37 e	7,67 abc	7,83 cd	7,08 e	7,45 e	7,26 fg
UN7328	7,97 efgh	7,43 efgh	7,81 ef	4,62 ab	7,57 de	9,97 abc	7,93 cd	7,68 de	8,01 cde	6,87 fg
UN7325	8,47 cdefgh	8,57 bcde	8,42 ef	8,36 ab	7,86 cde	9,17 abc	8,8 bcd	8,3 cde	9 cde	8,8 bcde
UN7324	8,3 defgh	7,13 fgh	8,02 ef	7,6 ab	7,67 de	7,5 abc	8,23 cd	7,63 e	8,73 cde	7,1 fg
UN7313	8,11 efgh	8,18 cdefgh	8,02 ef	8,17 ab	7,63 de	7,53 abc	7,6 cd	8,03 cde	7,93 cde	7,47 dfg
UN7115	7,67 fgh	7,67 defgh	7,86 ef	7,43 ab	7,86 cde	8,26 abc	8,47 bcd	7,95 cde	8,07 cde	7,7 defg
UN7103	8,54 cdefg	8,27 cdefg	9,01 cde	8,83 ab	8,33 cde	9,07 abc	8,9 bcd	8,63 bcde	8,78 cde	7,77 defg
UN7100	8,07 efgh	7,47 efgh	8,16 def	7,5 ab	8,1 cde	7,47 abc	7,93 cd	7,28 e	7,89 cde	7,2 fg
ILS3621	9,75 bcd	9,27 abc	10,28 bc	8,6 ab	9,63 bcde	9,53 abc	9,5 bcd	10,08 ab	9,68 bc	9,33 abc
ILS3597	11,27 a	10,67 a	10,46 ab	9,73 a	10,27 bcde	10,6 a	11,11 a	10,88 ab	11,38 ab	10,06 a
ILS3595	8,2 efgh	7,57 efgh	8,4 def	8,13 ab	7,16 e	7,47 abc	7,76 cd	7,7 de	7,83 cde	7,1 fg
ILS3594	10,41 ab	9,86 ab	10,19 bc	8,63 ab	9,16 bcde	9,96 ab	11,13 a	9,53 abc	11,71 a	9,53 b
ILS3593	9,21 bcde	9 bcd	11,81 a	9,2 ab	12,13 a	8,53 abc	10,26 ab	9,26 abcd	11,35 b	8,3 bcdef
DMS Tukey	13095	14256	14038	25113	17907	32016	19566	16186	19342	12465
Media Loc,	8,49	8,04	8,67	7,95	8,3	8,33	8,59	8,25	8,76	7,78

El largo de las vainas es un carácter importante en la comercialización el 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.

4.7 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGV)

En Gualmatán 1 los genotipos ILS3593 (7,24 granos) y ILS3597 (7,22 granos) mostraron promedios superiores a las líneas UN7325, UN7328, UN7336 y UN7364 que presentaron menos de 6,46 granos en promedio. Para la localidad de Potosí 1 la línea ILS3595 con 7,35 fue la de mayor número de granos por vainas y superó significativamente al 40,9% de los genotipos evaluados, cuyos promedios no sobrepasaron los 6,02 granos por vaina. (Tabla 12).

En Pupiales1 las líneas UN7371-2, UN7232-1, UN7103 y ILS3597 con promedios que oscilaron entre 7,03 y 7,07 granos/vaina superaron a la línea UN7324 (5,17 granos). En Potosí 2 las líneas ILS3593, ILS3594 y ILS3595 con promedios de 6,48, 6,43 y 6,27 granos superaron estadísticamente al 36% de las líneas evaluadas.

En ninguno de los diez ambientes se observó líneas que superaran a los testigos Sindamanoy y Andina en el número de granos por vaina. En las localidades de Ipiales1, Puerres 1, Gualmatán 2 Ipiales2, Potosí 2, Puerres 2, Pupiales2 no hubo diferencias significativas entre los genotipos. Lo anterior demuestra que las diferencias observadas sólo estuvieron presentes en el semestre A del 2009 que corresponde al semestre en donde se presentaron condiciones normales de precipitación. Lo anterior sugiere que las condiciones secas del semestre B impidieron que las líneas manifiesten todo su potencial genético para este carácter y por lo tanto no se observaron diferencias entre las líneas evaluadas.

Según Gent *et al.* (1988) cuando el número de granos se sitúa entre tres y cuatro se considera bajo, medio entre cinco y seis y alto mayor de seis. Si se compara el número de granos por vaina obtenidos en los diferentes ambientes de esta investigación con la clasificación de Gent *et.al* (1988) se puede concluir que la mayor parte de las líneas presentan alto número de granos por vaina.

Tabla 12. Comparación de promedios para la variable número de granos por vaina en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	6,63 abcd	5,8 a	6,32 abcde	6,44 a	6,37 ab	6,18 a	6,33 a	6,62 a	6,31 a	6,23 a
Andina	6,39 abcd	5,73 a	6,85 abcd	5,94 a	6,8 ab	6,26 a	5,53 a	6,08 a	6,26 a	5,82 a
UN7371-2	7,1 ab	6,55 a	6,95 abc	6,73 a	7,06 a	6,13 a	5,13 a	6,17 a	6,06 a	5,63 a
UN7370-1	6,11 abcd	5,73 a	6,01 bcde	7,67 a	5,93 ab	6,19 a	5,73 a	6,4 a	6,02 a	7,04 a
UN7232-1	6,79 abc	6,73 a	7 ab	6,2 a	7 a	6,35 a	6,4 a	7,11 a	6,68 a	6,25 a
UN7143-3	6,1 abcd	5,73 a	6,02 bcde	6,2 a	6,6 ab	6,28 a	6,13 a	6,29 a	6,2 a	6,36 a
UN7143-2	6 abcd	5,93 a	5,99 bcde	6 a	6,23 ab	6,29 a	6,27 a	6,24 a	6,09 a	6,52 a
7UN143-1	5,91 abcd	4,8 a	5,58 de	6,17 a	6,03 ab	6,62 a	6,13 a	6,08 a	5,33 a	6,7 a
UN7364	5,33 d	5,26 a	6,47 abcde	6,62 a	6,33 ab	6,3 a	6,4 a	6,68 a	5,82 a	6,15 a
UN7336	5,73 cd	6 a	5,69 cde	5,57 a	5,76 ab	5,95 a	6,73 a	6,37 a	5,64 a	6,07 a
UN7328	5,57 cd	5,66 a	5,93 bcde	6,39 a	5,8 ab	6,46 a	5,8 a	5,79 a	6,4 a	6,26 a
UN7325	5,84 cd	6,13 a	5,66 de	5,73 a	5,93 ab	6,26 a	5,87 a	6,12 a	6,53 a	5,42 a
UN7324	5,89 abcd	4,8 a	5,33 e	5,61 a	5,17 b	6,75 a	6 a	6,87 a	6,68 a	6,4 a
UN7313	6,75 abc	6,93 a	5,93 bcde	6,26 a	6,1 ab	6,15 a	5,73 a	6,21 a	5,95 a	6,14 a
UN7115	6,37 abcd	6,13 a	6,34 abcde	5,77 a	6,03 ab	6,75 a	4,8 a	6,07 a	7,13 a	6,75 a
UN7103	6,77 abc	6,93 a	6,84 abcd	6,87 a	6,87 a	6,46 a	6,33 a	6,42 a	6,75 a	6,98 a
UN7100	6,62 abcd	5,8 a	6,22 abcde	5,71 a	6,3 ab	7,04 a	6,67 a	6,62 a	5,97 a	6,37 a
ILS3621	6,68 abcd	5,6 a	6,78 abcd	5,42 a	6,6 ab	6,17 a	6,4 a	6,38 a	5,33 a	5,91 a
ILS3597	7,22 a	7 a	7,13 ab	7,09 a	7,03 a	6,55 a	6,07 a	6,49 a	6,35 a	5,78 a
ILS3595	6,89 abc	6,87 a	7,35 a	6,42 a	5,63 ab	6,97 a	6,69 a	6,27 a	5,72 a	6,09 a
ILS3594	6,8 abc	6,93 a	6,85 abcd	6,29 a	6,47 ab	6,22 a	6,13 a	6,43 a	5,97 a	6,55 a
ILS3593	7,24 a	5,93 a	6,95 abc	6,03 a	6,23 ab	6,36 a	5,73 a	6,48 a	6,37 a	6,81 a
DMS Tukey	13482	22534	12712	26009	16888	22547	2,76	23095	22234	19181
Media loc,	6,4	6,04	6,37	6,23	6,29	6,4	6,05	6,37	6,16	6,28

4.8 PESO DE GRANO POR VAINA VERDE (PGVV)

En Gualmatán 1 la variedad Sindamanoy y las líneas UN7370-1 y ILS3595 con valores de 4,41, 4,49 y 4,36 gramos, mostraron diferencias significativas, respecto a la línea UN7364 (2,75 g), mientras que en Ipiales1 la línea UN7370-1 con 4,89 gramos presentó diferencias significativas con la línea ILS3593 con un promedio de 2,91 g. (Tabla 13).

En Potosí 1 se destacó la línea UN7370-1 (4,78 g) presentando diferencias respecto a las líneas ILS3593, UN7100, UN7313, UN7324 y UN7336 cuyos promedios variaron entre 3,33 y 3,60 g. ninguna de las líneas superó a los testigos. En Puerres 1, la única diferencia observada se presenta entre las líneas UN7370-1 y ILS3593 con promedios de 4,31 y 2,49 g respectivamente, mientras que en Pupiales1, los promedios oscilaron entre 3,96 y 2,78 g sin diferencias para esta variable entre los distintos genotipos evaluados (Tabla 13).

En Gualmatán 2, las líneas UN7115, UN7370-1 mostraron superioridad en peso de grano con promedios de 4,07 y 4,11 g sobre UN7364, UN7336 y ILS3595 con valores entre 2,64 y 2,29 g. En Ipiales2 la línea UN7115 mostró mayor promedio sobre el 40,9% de los genotipos evaluados entre los cuales se encuentra la variedad testigo Andina. Con excepción de la línea UN7115, ninguno de los genotipos evaluados superó a Andina y a Sindamanoy. En Potosí 2 las líneas UN7103 (3,85 g) y UN7143-3 (3,89 g) mostraron mayor peso de grano verde frente a las líneas ILS3593, ILS3595, UN7336 y UN7232-1 que presentaron entre 2 y 2,56 g. No se observaron diferencias entre las líneas y los testigos (Tabla 13).

En Puerres 2, la línea UN7370-1 (5,02 g) mostró mayor promedio respecto a las líneas ILS3595, UN7100, UN7336 y ILS7232-1 con peso de granos verdes entre 2,82 y 3,58 g. Con respecto a los testigos ninguna línea mostró un peso de grano superior. En Pupiales2 las líneas UN7370-1, UN7115 y ILS3597 con 4,33, 4,47 y 4,27 gramos, presentaron promedios superiores a los observados en las líneas UN7336, ILS3595 y ILS3593 que mostraron promedios inferiores a 3,66 g. Al igual que en otras localidades ninguna de las líneas superó a los testigos.

Tabla 13. Comparación de promedios para la variable peso de grano por vaina verde para la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad									
	Gualma1	Ipi1	Poto1	Pue1	Pupi1	Gualma2	Ipi2	Poto2	Pue2	Pupi2
Sinda	4,4 a	4,04 ab	3,89 ab	3,24 ab	3,67 a	3,58 abcd	4 abcd	3,22 abcd	4,62 abc	4,04 abc
Andina	4,16 ab	3,82 ab	4,29 ab	3,33 ab	3,95 a	3,89 ab	3,57 bcdefg	3,33 abc	4,75 ab	3,75 abcd
UN7371-2	3,75 ab	4,09 ab	3,71 ab	3,07 ab	2,82 a	3,6 abcd	3,75 abcdef	3,2 abcd	4,84 ab	3,91 abcd
UN7370-1	4,49 a	4,89 a	4,78 a	4,31 a	3,69 a	4,11 a	4,47 ab	2,76 abcd	5,02 a	4,33 a
UN7232-1	3,78 ab	3,62 ab	3,76 ab	3,31 ab	3,4 a	2,98 abcd	2,91 efg	2,56 bcd	3,58 abcde	3,48 abcd
UN7143-3	4,24 ab	4,13 ab	4 ab	3,16 ab	3,82 a	3,77 abc	4,16 abcd	3,89 a	4,57 abc	3,71 abcd
UN7143-2	3,77 ab	4,13 ab	3,84 ab	3,6 ab	3,8 a	3,24 abcd	3,75 abcdef	3,15 abcd	4,46 abc	3,94 abc
UN7143-1	3,82 ab	3,93 ab	3,85 ab	3,91 ab	3,35 a	3,58 abcd	4,07 abcd	3,69 ab	4,71 abc	3,91 abcd
UN7364	2,75 b	3,24 ab	3,87 ab	3,58 ab	3,27 a	2,64 bcd	3,22 cdefg	2,87 abcd	4 abcde	3,51 abcd
UN7336	3,11 ab	3,96 ab	3,6 b	3,16 ab	3,31 a	2,47 cd	3,14 defg	2,19 cd	2,93 de	2,91 cd
UN7328	3,35 ab	3,62 ab	3,87 ab	3,62 ab	3,18 a	2,97 abcd	3,95 abcdef	3,15 abcd	4,13 abcd	3,09 bcd
UN7325	3,93 ab	3,53 ab	3,97 ab	3,89 ab	3,02 a	3,8 abc	3,96 abcdef	3,53 ab	4,4 abc	3,82 abcd
UN7324	3,55 ab	3,4 ab	3,36 b	2,91 ab	2,91 a	3,27 abcd	3,64 bcdef	3,2 abcd	4,16 abcd	3,38 abcd
UN7313	3,85 ab	3,77 ab	3,55 b	3,19 ab	2,8 a	3,18 abcd	3,8 abcdef	3,51 ab	4,16 abcd	3,65 abcd
UN7115	4,2 ab	4,6 ab	4,4 ab	3,56 ab	3,67 a	4,07 a	4,8 a	2,82 abcd	3,77 abcde	4,47 a
UN7103	4,06 ab	4,02 ab	4,16 ab	3,89 ab	3,68 a	3,95 ab	3,75 abcdef	3,85 a	4,02 abcde	3,59 abcd
UN7100	3,84 ab	3,31 ab	3,33 b	3 ab	3,53 a	3,04 abcd	2,85 fg	2,84 abcd	4,44 cde	3,09 bcd
ILS3621	4,06 ab	3,91 ab	3,92 ab	3,51 ab	3,42 a	3,38 abcd	3,47 bcdefg	3,35 abc	3,75 abcde	4,11 ab
ILS3597	4,35 a	4,37 ab	3,98 ab	3,57 ab	3,84 a	3,51 abcd	4,24 abc	3,15 abcd	4,53 abc	4,27 a
ILS3595	3,53 ab	3,53 ab	3,7 ab	2,98 ab	2,77 a	2,29 d	2,51 g	2 d	2,82 e	2,77 d
ILS3594	3,73 ab	4,67 ab	3,73 ab	2,87 ab	3,17 a	3,2 abcd	4,15 abcd	2,76 abcd	4,18 abcd	4,07 ab
ILS3593	3,97 ab	2,91 b	3,44 b	2,49 b	2,93 a	3 abcd	2,91 efg	2,53 bcd	3,66 bcde	2,98 bcd
DMS Tukey	15199	18603	11377	15544	16296	1,37	10803	12424	12916	11458
Media loc,	3,85	3,89	3,86	3,37	3,36	3,34	3,69	3,07	4,16	3,67

Según Makaseva (1983), se requiere alta precipitación en época de floración para asegurar un buen llenado de grano. Sin embargo, al observar de manera general el peso de granos por vaina verde, puede establecer que no hay grandes diferencias para este carácter entre los ambientes del semestre A y los ambientes del semestre B. Sin embargo, las condiciones ambientales de precipitación fueron favorables para el semestre A y desfavorables para el semestre B. Lo anterior se puede explicar si se considera que las condiciones secas del semestre B afectaron más el número de vainas por planta de las distintas líneas evaluadas; entonces, las necesidades de agua para el llenado de grano en la planta de las líneas sembradas en el semestre B, eran menores porque esas plantas tenían bajo número de vainas y por lo tanto la poca humedad alcanzó para un llenado normal de los granos. Por otra parte es frecuente encontrar líneas que se destacan en algunos componentes de rendimiento, pero demuestran deficiencia en otros.

En la presente investigación, tal situación se presenta en la línea ILS3594 e ILS3593 que se destacan en longitud y peso de las vainas pero están con bajos promedios en número de vainas y rendimiento en varios ambientes. Al respecto Adams (1967), afirma que para el caso de frijol existe una compensación entre los componentes de rendimiento, de tal forma que en la medida en que se aumente el promedio de un carácter se puede reducir el otro. En arveja es posible que se presente este tipo de compensación, lo cual hace más complejo el proceso de mejoramiento de la especie.

4.9 RENDIMIENTO VAINA VERDE (RtoVV)

En Gualmatán 1 la línea UN7143-2 (15018 kg ha^{-1}) mostró diferencias significativas con el 40,9% de los genotipos evaluados. Las líneas UN7336, UN7143-2, UN7143-3, UN7371-2 y la variedad Sindamanoy con promedios entre 15018 y 13203 Kgha^{-1} no tienen diferencia entre si pero constituyen un grupo que superó a las líneas UN7364, UN7370-1, UN7103, ILS3621, ILS3595 e ILS3594 cuyos promedios estuvieron por debajo de 5957 Kgha^{-1} . (Tabla 14).

En Ipiales1 las líneas UN3597, UN7313, UN7325 y la variedad Andina con promedios entre 11913 y 10000 se destacaron por su rendimiento y superaron a la línea ILS3595 (2284 Kgha^{-1}). Ninguna de las líneas presentó mayor promedio que los testigos. En Potosí1 las líneas UN7371-2 y UN7143-2 con promedios de 12438 y 12068 Kgha^{-1} fueron significativamente superiores a las líneas UN7232-1, ILS3595, ILS3594 y UN7336 cuyos promedios variaron entre 5031 y 1348 Kgha^{-1} . No hubo diferencias significativas con los testigos. En Puerres1 las líneas UN7336, UN7324 y UN7313 con valores de 8333 , 8086 y 8024 mostraron diferencias significativas con la línea ILS3595 (2469). Ninguna de las líneas superó a los testigos. (Tabla 14).

En la localidad de Pupiales1 la variedad Andina (5802,3) presentó el mayor valor con respecto a las líneas UN7364 y UN3594 cuyos promedios fueron de 2345 y 2283,7 Kgha⁻¹. Las líneas no superaron a las variedades Andina y Sindamanoy. En Gualmatán 2 sobresalieron las líneas UN7371-2, UN7143-3 y UN7324 con promedios entre 8950 y 7468 Kgha⁻¹ presentando diferencias significativas respecto a las líneas UN7103, UN7370-1, UN7232-1, UN7364, UN7103, ILS3595 e ILS 3594 que estuvieron por debajo de los 2902 Kgha⁻¹. No hubo diferencias significativas con los testigos. En la localidad de Ipiales 2 las líneas UN7143-2 (4744,3 Kgha⁻¹) y UN7115 (4735,7 Kgha⁻¹), UN7313 (4444 Kgha⁻¹) y UN7371-2 (4382,7 Kgha⁻¹) constituyen el grupo de mejor desempeño al superar al 45% de las líneas evaluadas incluyendo al testigo Sindamanoy, las cuales no sobrepasaron los 2902 Kgha⁻¹ (Tabla 14).

En Potosí 2 la línea UN7313 (4321 Kgha⁻¹) presentó mayor promedio respecto al 45% de los genotipos estudiados, incluida la variedad Sindamanoy. También sobresalió la línea UN7143-2 (3456,3 Kgha⁻¹) que logró superar a las líneas UN7370-1, UN7232-1, UN7364, UN7100 y UN7115 que mostraron rendimientos por debajo de 1358 Kgha⁻¹. Adicionalmente, UN7313 tuvo mayor promedio que la variedad testigo Sindamanoy (1975 Kgha⁻¹).

En Puerres 2 la línea UN7371-2 (4074 Kgha⁻¹) fue de mayor rendimiento que el 40,9% de los genotipos evaluados y presentó mayor valor que la variedad Sindamanoy (1790 Kgha⁻¹). Finalmente, en Pupiales2 la línea UN7371-2 (11049 Kgha⁻¹) fue significativamente diferente a 77,2% de los genotipos estudiados, además presentó mayor promedio que la variedad testigo Sindamanoy (3703 Kgha⁻¹).

En general los rendimientos obtenidos son altos y con excepción de Pupiales1, Ipiales2, Potosí 2 y Puerres 2 las demás localidades están por encima del promedio nacional en vaina verde de 4000 kg-ha⁻¹ reportada por FENALCE (2011). Sin embargo estos rendimientos pudieron ser aun mayores si se tiene en cuenta que con excepción de Puerres1, Gualmatan2 y Puerres2, en las otras localidades la precipitación fue inferior a los requerimientos de arveja que según Haeff (1982) están en 400 milímetros.

La Tabla 14 de rendimiento muestra mayores variaciones entre genotipos dentro de cada ambiente que las observadas para otras variables. Existe alguna línea que muestra altos rendimientos en algunos ambientes y muy bajos en otros, tal es el caso de la línea UN7336 en Puerres y en potosí. De igual forma, aun cuando hay algunos genotipos que sobresalen en varios ambientes, tales como UN7324, UN7313, UN7371-2, no lograr destacarse en todos los ambientes, mientras que otros muestran su mayor desempeño en ambientes específicos. Estas variaciones ocurren debido a que el rendimiento es una característica que depende de muchos genes y tiene fuerte interacción con el ambiente.

El comportamiento diferencial de las líneas a través de los ambientes, dificulta los procesos de selección por rendimiento y conducen al mejorador a considerar la posibilidad de hacer selección para cada ambiente o para grupos de ambientes en donde un número de líneas determinado manifieste altos promedios, sin embargo, si las variaciones no son muy drásticas, se podría optar por realizar una selección por orden de méritos a partir del promedio de rendimiento a través de localidades, escogiendo aquella línea que supera a la media general para realizar posteriores estudios. En términos generales, en la presente investigación y con base en los resultados de rendimiento de las diferentes localidades, se puede tener en cuenta que para futuras evaluaciones tanto por su desempeño en algunos ambientes específicos como por su promedio general a las líneas UN7324, UN7313, UN7371-2, UN7325, UN7336, UN7143-3, UN7143-2. No obstante es muy importante tener en cuenta los análisis de adaptabilidad y estabilidad para confirmar el desempeño de estas líneas a través de los distintos ambientes. Además se debe considerar otras características importantes deseables que deben tener las líneas para su selección como el tipo de grano, tipo de vainas, reacción a enfermedades, porte de la planta.

A igual que Acosta y Martínez (1997) se confirma el principio de mejoramiento genético al sostener que la precocidad sacrifica el rendimiento, puesto que la línea ILS3595 de más bajo rendimiento en varias localidades muestra mayor precocidad, sin embargo algunas líneas pueden ser la excepción a la regla.

Por otra parte de acuerdo con las condiciones evaluadas las mermas en el rendimiento presentado en el segundo semestre con excepción de Pupiales2 pueden ser debidas a las deficiencias hídricas reportadas en las primeras etapas de cultivo (Anexo C) 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.

Tabla 14. Comparación de promedios para la variable rendimiento en vaina verde por hectárea (kg/ha) en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos para 10 ambientes del sur del departamento de Nariño

Genotipo	Localidad																			
	Gualma1		Ipi1		Poto1		Pue1		Pupi1		Gualma2		Ipi2		Poto2		Pue2		Pupi2	
Sinda	13703	ab	9814	ab	9228	abcde	7047	ab	5678,7	ab	5493	abcde	2468,7	cdefg	1975	bcde	1790	bc	3703	c
Andina	12586	abcd	10740	a	9814	abcde	4753	ab	5802,3	a	6790	abcd	3209,3	abcdef	3271	abcd	3147,7	abc	6543	abc
UN7371-2	13487	abc	8950	ab	12438	ab	7160	ab	4135,3	abc	8950	a	4382,7	ab	3702,7	abcd	4073,7	a	11049	a
UN7370-1	5740	efg	7716	ab	7376	abcdef	5555	ab	2777	abc	2592	de	2530,7	cdefg	1296	de	2098,7	abc	3888	c
UN7232-1	9055	abcdef	5925	ab	5031	def	3302	ab	2715,7	abc	2407	de	2160	defg	1296	de	1975,3	bc	3950	bc
UN7143-3	12765	abc	7098	ab	10290	abcde	5864	ab	3147,7	abc	5740	abcde	3888,3	abcdef	2963	abcde	3703,3	abc	4567	bc
UN7143-2	15018	a	8889	ab	12068	abc	7074	ab	4938	abc	7901	ab	4744,3	a	3456,3	abc	2530,7	abc	5432	bc
UN7143-1	8703	abcdefg	9321	ab	9431	abcde	5741	ab	5185	abc	5432	abcde	3085,7	bcdef	2777,7	abcde	2839	abc	5123	bc
UN7364	4734	fg	8888	ab	7351	abcdef	4876	ab	2283,7	c	2425	de	2036,7	efg	1296	de	1728	bc	4629	bc
UN7336	13203	abc	6851	ab	1348	f	8333	a	5123	abc	5432	abcde	2900,7	cdefg	1789,7	bcde	3209,3	abc	6728	abc
UN7328	9273	abcdef	8333	ab	8889	abcdef	5370	ab	4073,7	abc	4753	abcde	3456,3	abcdef	1789,7	bcde	2468,7	abc	4444	bc
UN7325	12518	abcde	11913	a	10431	abcde	5246	ab	3765	abc	5123	abcde	3827	abcdef	1975	bcde	3086	abc	4752	bc
UN7324	9857	abcdef	5864	ab	10648	abcd	8086	a	4937,7	abc	7468	abc	3518	abcdef	2407,3	abcde	1917,7	bc	4382	bc
UN7313	10660	abcdef	10184	a	11265	abcd	8024	a	3579,7	abc	5617	abcde	4444	ab	4320,7	a	3024,3	abc	6111	abc
UN7115	9549	abcdef	6203	ab	6234	bcdef	3827	ab	2592,3	abc	4938	abcde	4735,7	a	1772,7	e	1851,7	bc	9135	ab
UN7103	5956	defg	9197	ab	6512	bcdef	3271	ab	2592	abc	2901	de	2592	cdefg	1419,3	cde	2407	abc	2839	c
UN7100	6913	bcdefg	9135	ab	7685	abcdef	4197	ab	3147,7	abc	3086	cde	2530,3	cdefg	1357,7	de	1389,7	bc	4630	bc
ILS3621	5851	defg	6728	ab	7469	abcdef	4506	ab	2777,3	abc	3518	bcde	3024	bcdef	1543	cde	2839	abc	4444	bc
ILS3597	7678	bcdefg	10000	a	6049	cdef	3642	ab	3271	abc	3827	bcde	2469	cdefg	1481	cde	1789,7	bc	3333	c
ILS3595	1963	g	2284	b	4352	ef	2469	b	2468,7	abc	1728	e	1296	g	1728	bcde	1543	c	1605	c
ILS3594	4802	fg	9351	ab	2839	f	4938	ab	2345,3	bc	2222	e	1851,7	fg	1543	cde	1543	c	4444	c
ILS3593	6845	cdefg	6666	ab	7191	bcdef	5987	ab	2654	abc	3025	cde	3209,3	bcdefg	1604,7	cde	2530,3	abc	4814	c
DMS Tukey	6805,9		7576,8		6263,7		5119		3355,8		4489,1		1464,8		2025,4		2010,6		5205,7	
Media loc,	9130		8184,09		7906,31		5421,3		3635,9		4608		3107,3		2825,7		2449,4		5024,77	

4.10 ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD FENOTÍPICA (EBERHART Y RUSSELL).

4.10.1 Adaptabilidad y estabilidad fenotípica para el rendimiento en vaina verde (RtoVV). Como se observó en la variable de Rendimiento en 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 15) los ambientes más favorables fueron: Gualmatán1, Ipiales1, Potosí1 y Puerres1 con índices de 3900,72, 2954,85, 2677,08, y 192. Estos ambientes corresponden al semestre A de la evaluación en donde las condiciones de precipitación fueron favorables. A pesar de ello, la localidad de Puerres1 muestra un índice ambiental positivo pero relativamente más bajo que los ya mencionados. Los ambientes menos favorables fueron Pupiales2, Gualmatán2, Pupiales1, Ipiales2, Potosí2 y Puerres2 y sus índices corresponden a -204,46, -621,59 – 1593,28 -2121,94 -2403,52 y -2779,87, con excepción de Pupiales1, todos estos ambientes hacen parte del semestre B en donde las condiciones secas afectaron los rendimientos de las líneas evaluadas. Entre ellos el ambiente menos favorable fue Puerres2.

Los parámetros de adaptabilidad y estabilidad indican que las líneas UN7370-1, UN7232-1, UN7143-1, UN7328, UN7313, UN7103, UN7100, ILS3597 y ILS3593 presentaron un $B = 1$ y un $S_d = 0$ tabla (Tabla 16) considerados como los genotipos de mayor estabilidad y que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales. De este grupo únicamente las líneas UN7143-1, UN7328, y UN7313 con rendimientos de 5763,84, 5285,04 y 6722,97 kg.ha⁻¹ superaron a la media general (5229,23) 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.

Es importante tener en cuenta que de acuerdo con Vencovsky y Barriga (1992), un cultivar ideal es aquel que tiene una media general adecuada (superiora a la media), un coeficiente $\beta = 1$ y la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d = 0$. Lo anterior se cumplió para las líneas UN7143-1, UN7328 y UN 7313.

Tabla 15. Rendimiento promedio e índices ambientales en el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica para producción en vaina verde (kg/ha).

AMBIENTES	MEDIAS	ÍNDICE AMBIENTAL
Gualmatan1	9129,95	3900,72
Ipiales1	8184,09	2954,85
Potosí 1	7906,31	2677,08
Puerres1	5421,27	192,03
Pupiales1	3635,94	-1593,28
Gualmatan2	4607,63	-621,59
Ipiales2	3107,29	-2121,94
Potosí 2	2825,70	-2403,52
Puerres2	2449,35	-2779,87
Pupiales2	5024,77	-204,46

Las líneas UN7143-3, UN7364, UN7324 y UN7115 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, en los ambientes en los cuales se realizó el estudio. (Anexo N).

Las líneas ILS3621 y ILS3595, presentaron un β significativamente inferior a 1 que indica que estas líneas muestran mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir son menos exigentes, pueden ser muy apropiados para ambientes de inferior calidad como Pupiales2, Gualmatán2, Pupiales1, Ipiales2, Potosí2 y Puerres2. Además estas líneas presentan un $S^2_d = 0$ que indica un comportamiento predecible o sea siguiendo una línea de regresión. (Anexo N).

La variedad Andina y UN 7325 presentaron un β significativamente superior a 1 indica que tienen mejor respuesta a ambientes favorables como Gualmatan1, Ipiales1, Potosí1 y puerres1 además de presentar un comportamiento predecible ($S^2_d=0$), la variedad Sindamanoy y las líneas UN7371-2, UN7143-2, UN 7336 y ILS3594 con un $B \neq 1$ y un $S^2_d \neq 0$ fueron inestables e impredecibles. (Anexo N).

Tabla 16. Parámetros de adaptabilidad y estabilidad planteados por Eberhart y Russell, en la evaluación por componentes de rendimiento de 20 genotipos y dos testigos de arveja voluble (*Pisum sativum L.*) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

BETA			DESVIACION DE LA REGRESION		
GENOTIPO	MEDIA	H ₀ : B=1	Probab (%)	H ₀ : S ² d = 0	Probab (%)
Sinda	6090,04	1,54 **	0,038	885233.41*	3.53
Andina	6665,63	1,33**	0,67	240323.13ns	24.32
UN7371-2	7832,84	1,33**	0,67	2913296.67**	0.0037
UN7370-1	4156,94	0,86ns	26,27	238454.002ns	24.44
UN7232-1	3781,7	0,90ns	55,32	32611.78ns	40.47
UN7143-3	6002,63	1,23ns	5,92	1114970.35*	1.63
UN7143-2	7205,13	1,51**	0,0069	1426384.55**	0.55
UN7143-1	5763,84	1,03ns	76,58	-282662.74ns	100
UN7364	4024,74	0,90ns	56,24	1211695.56*	1.17
UN7336	7091,77	0,11**	0,00	27320945.61**	0.015
UN7328	5285,04	1,08ns	51,81	-520845.01ns	100
UN7325	6263,6	1,56**	0,0021	26968.92ns	40.99
UN7324	5890,57	1,03ns	78,72	2536848.84**	0.01
UN7313	6722,97	1,24ns	5,05	-109672.43ns	100
UN7115	5023,84	0,88ns	65,8	3204178.89**	0,0023
UN7103	3968,63	0,88ns	62,13	710612.57ns	6,18
UN7100	4447,14	1,03ns	78.69	43468.65ns	39,49
ILS3621	4269,93	0,72*	2,88	-190926.46ns	100
ILS3597	4354,97	1,04ns	73,23	505378.03ns	11,58
ILS3595	2143,67	0,19**	0,00	-192736.53ns	100
ILS3594	3587,9	0,70*	1,90	2488789.77**	0,01
ILS3593	4452,63	0,80ns	11,57	-136954.39ns	100

Media general= 5229.23

NS= diferencias no significativas

***= diferencias significativas**

****= diferencias altamente significativas**

En resumen de las 20 líneas evaluadas, únicamente tres 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 5229.23 Kg.ha⁻¹. UN7143-1, UN7328 y UN7313 (B=1) fueron estables y pueden recomendarse para todos los ambientes estudiados; ILS3621 y ILS3595 con $B < 1$ se recomienda para ambientes desfavorables, mientras que Andina y UN7325 expresa mejor su potencial productivo en ambientes favorables.

Una de las críticas que se realiza a la metodología de Eberthart y Russell es que los índices ambientales se construyen con base en el comportamiento de la línea en cada ambiente, lo cual hace relativo el índice, puesto que aumentar o reducir el número de líneas o sustituir unas líneas por otras, produce cambios en los índices ambientales y también pueden cambiar los parámetros de adaptabilidad y estabilidad mejorando el desempeño de algunas líneas y afectando negativamente el de otras.

Al respecto Crossa, (1990) argumenta que el análisis de regresión lineal no es informativo si la linealidad falla, es altamente dependiente del grupo de genotipos y ambientes incluido y tiende a simplificar modelos de respuesta, explicando la variación debida a la interacción en una sola dimensión cuando en realidad ella puede ser bastante compleja. Sugiere entonces la aplicación de métodos multivariados puede ser útil para explorar mejor las informaciones contenidas en los datos. Recomienda técnicas como el ACP, análisis de agrupamiento y el procedimiento AMMI.

4.11 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD AMMI PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE (t.ha⁻¹)

En el análisis de AMMI el primer componente (CP1) explicó el 45,36% de la varianza total y el segundo eje (CP2) representó el 20,13% de la variación total.

En total los dos primeros componentes explicaron el 65,49% de la variación total (Tabla 17).

De acuerdo con la Figura 1 los ambientes más contrastantes se determinan por los vectores opuestos. Ipiales1 fue contrastante con Pupiales1, pupiales2 y Potosí2, Gualmatán1 fueron ambientes contrastantes con Puerres2 y Ipiales2.

Los ambientes Ipiales2 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 Potosí1 y Puerres1y entre Pupiales1, Pupiales2 y Potosí2 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 UN7100, UN7232-1, UN7370-1, UN7328 y UN7313 y UN7143-1

Tabla 17. 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.) y dos testigos evaluadas en diez ambientes del sur del Departamento de Nariño.

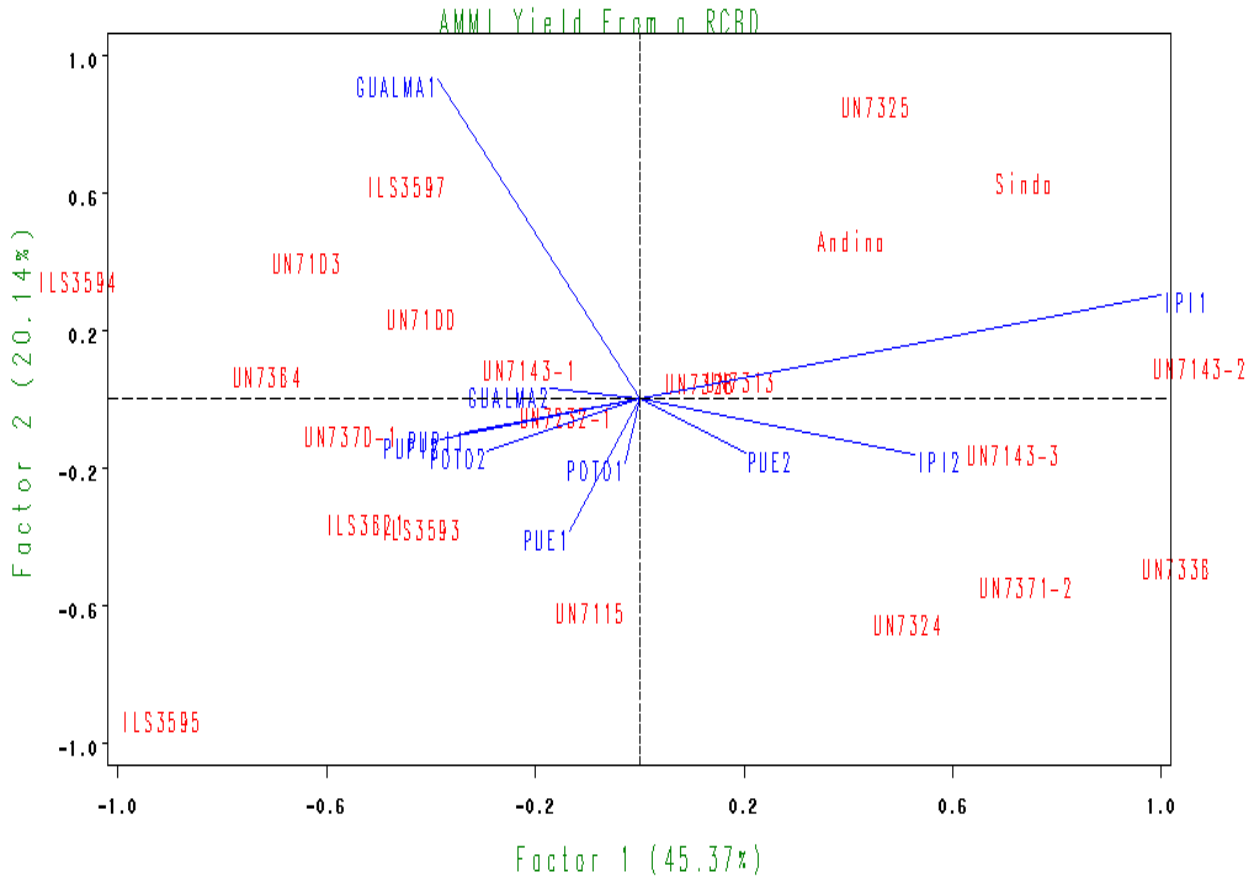
548,817	45,3699	45,370	29	18,9247	7,19583	0,00000
Sumas de Cuadrados	Porcentajes	Porcentajes Acumulados	G.L AMMI	C.M AMMI	F - AMMI	Probabilidad
243,575	20,1360	65,506	27	9,0213	3,43021	0,00000
175,342	14,4953	80,001	25	7,0137	2,66685	0,00003
94,454	7,8084	87,810	23	4,1067	1,56151	0,04815
52,856	4,3695	92,179	21	2,5170	0,95703	0,51664
42,027	3,4744	95,653	19	2,2120	0,84107	0,65740
30,155	2,4929	98,146	17	1,7738	0,67447	0,82879
15,423	1,2750	99,421	15	1,0282	0,39096	0,98119
7,000	0,5787	100,000	13	0,5384	0,20473	0,99885
0,000	0,0000	100,000	11	0,0000	0,00000	1,00000

Las anteriores también fueron identificadas como estables en el análisis de Eberhart y Russell (1966) 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 Gualmatan1 las líneas de mejor adaptación fueron ILS3597, ILS3594, UN7103 y UN7325. En Ipiales1 las líneas de mejor adaptación fueron UN7143-2, la variedad Sindamanoy, la variedad Andina y la línea UN7325. Pupiales1, Pupiales2, Potosí2, Potosí1 y Puerres1 constituyen un mega ambiente en el cual las líneas de mejor adaptación son UN7232-1, UN7370-1, ILS3621, ILS3593 y UN7115. En Gualmatán2, la línea mejor adaptada fue UN7143-1. (Anexo O).

En Puerres2 la proyección ortogonal de los genotipos indica que las líneas UN7328 y UN7313 son las más adaptadas y de mejor comportamiento productivo en esta localidad. (Anexo P).

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



En general, las líneas que en el análisis de adaptabilidad de AMMI se mostraron estables coinciden en un 77% 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 acuerdo con estos resultados 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.

4.12 REACCIÓN A ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS COMPLEJO ASCOCHYTA (*Ascochyta pisi*) Y ANTRACNOSIS(*Colltotrichum pisi*)

Los resultados registrados en la tabla 18 para el semestre A del complejo *Ascochyta antracnosis* muestran que el 86,36 % de las líneas incluidos los testigos obtuvieron una calificación de 3 "Moderadamente susceptible: que indica la presencia de manchas frecuentes en las hojas y a veces un poco en los tallos en la parte inferior y media de la planta también algunas pocas vainas pueden tener el patógeno". La línea UN7103 obtuvo una calificación de 2 moderadamente resistente caracterizada por la presencia poco frecuente de las manchas en la parte inferior de la planta después de una cuidadosa observación y las líneas ILS3595 y ILS 3594 obtuvieron una calificación de 4 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.

Para el semestre B, todas de líneas incluidos los testigos Andina y Sindamanoy presenta una calificación de 3 moderadamente susceptible se observa la presencia de manchas frecuentes en las hojas y a veces un poco en los tallos en la parte inferior y media de la planta también algunas pocas vainas pueden tener el patógeno. (Anexo M).

Al respecto, Muñoz (2012) en la interacción genotipo ambiente de 20 líneas de arveja arbustiva para cinco municipios de la zona sur del departamento de Nariño encontró que el 60% de las líneas evaluadas fueron susceptibles al patógeno *Ascochyta pisi* el 40 % restante presentaron una reacción altamente susceptible. Ninguna línea mostro resistencia, lo cual sugirió que dentro del material evaluado no es posible obtener progenitores donantes de genes de resistencia de *Ascochyta pisi*.

A pesar del grado de afección de las plantas por el complejo *Ascochyta antracnosis*, estas lograron llegar a rendimiento. Es importante aclarar que los resultados en la tabla 18, hacen referencia a los valores máximos, y fueron obtenidos bajo condiciones de inóculo natural, lo cual no significa que en todos los ambientes se haya observado alta severidad del ataque del complejo (*Ascochyta antracnosis*). 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 buenos, 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.

En general no se observó diferencias en la severidad registrada. Lo anterior sugiere la necesidad de realizar trabajos de evaluación por reacción al complejo *Ascochyta antracnosis* usando inoculación para asegurar la presencia del patógeno.

Para el complejo ascochyta antracnosis, en los dos semestres, excepto para los genotipos ILS3595 e ILS3594 que mostraron mayor afección en el semestre A; las condiciones de mayor humedad del semestre A (Anexo C) permiten pensar que dicho semestre debió presentar mayor severidad en el ataque del patógeno en la mayor parte de las líneas. Al respecto Hagedorn, (1984) afirma que las estructuras de resistencia como son los picnidios en *Ascochyta* se desarrollan sobre las lesiones que produce el hongo en el tejido foliar y que la enfermedad se extiende rápidamente cuando el ambiente es húmedo.

Tabla 18 Niveles máximos alcanzados en reacción a las enfermedades del complejo *Ascochyta antracnosis* para la evaluación de 20 líneas de arveja voluble y dos testigos en 10 ambientes del sur del departamento de Nariño.

Genotipo	Asc+ An Semestre a	Asc+ An Semestre B
Sinda	3	3
Andina	3	3
UN7371-2	3	3
UN7370-1	3	3
UN7232-1	3	3
UN7143-3	3	3
UN7143-2	3	3
UN7143-1	3	3
UN7364	3	3
UN7336	3	3
UN7328	3	3
UN7325	3	3
UN7324	3	3
UN7313	3	3
UN7115	2	3
UN7103	3	3
UN7100	3	3
ILS3621	3	3
ILS3597	3	3
ILS3595	4	3
ILS3594	4	3
ILS3593	3	3

Fuente. Este estudio

Al respecto Timaná, Valencia y Checa (2011), encontraron en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble frente al complejo ascochyta (*Ascochyta pisi* y *M pinodes* (*Ascochyta pinodes*), no 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.

4.13 EVALUACIÓN PARTICIPATIVA CON PRODUCTORES

En el proceso de evaluación del comportamiento agronómico de 20 líneas de arveja voluble *Pisum sativum* L y dos testigos en cinco municipios del departamento de Nariño, se tomó en cuenta la participación de los productores de FedeaSur (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 19).

Tabla 19. Productores participantes del proceso de evaluación de 20 líneas de arveja voluble en dos ciclos de cultivo.

Ciclo de cultivo	Hombres	Mujeres	Total
A	37	7	44
B	40	19	59
Total	77	26	103

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 K).

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 y dos testigos. (Tablas 20 y 21).

Del total de 103 participantes 26 (25,24%) fueron mujeres, su participación dentro del proceso de evaluación es importante ya que ellas desempeñan un papel trascendental 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 UN7325 y UN7370-1 con 88,63% cada una, en un nivel intermedio UN7103, UN7143-3, Andina, UN7115 y 7324 con 86,36%, 86,36% 81,81%, 72,72% y 77,27% respectivamente. El resto de las líneas se encuentran en porcentajes por debajo de los señalados anteriormente, las líneas menos aceptadas fueron ILS 3595 y ILS 3593 con 22,72% cada una. La mayor aceptación de las líneas

UN7325 y UN7370-1 por parte de los productores puede ser debido a la carga y a su mayor rendimiento

Tabla 20. Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja 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	%
UN7371-2	12	23	9	22	19	3	24	17	3	20	20	4	24	54,54	20	45,45
UN7370-1	26	16	2	25	19	0	24	16	4	37	5	2	39	88,63	5	11,36
UN7232-1	23	19	2	24	19	1	9	23	2	18	23	3	20	45,45	24	54,54
UN7143-3	30	12	2	32	9	3	28	12	4	36	7	1	36	81,81	8	18,18
UN7143-2	20	23	1	25	17	2	20	21	3	26	16	2	25	56,81	19	43,18
UN7143-1	5	30	9	20	22	2	12	22	10	20	22	2	18	40,90	26	59,09
UN7364	13	28	3	20	23	1	25	16	3	14	22	8	20	45,45	24	54,54
UN7336	8	28	8	17	23	4	14	22	8	10	29	5	15	34,09	29	65,90
UN7328	20	23	1	26	14	4	14	26	4	3	23	18	23	52,27	21	47,72
UN7325	41	3	0	40	4	0	35	7	2	37	6	1	39	88,63	5	11,36
UN7324	19	24	1	35	8	1	14	28	2	29	14	1	34	77,27	10	22,72
UN7115	38	6	0	33	9	2	40	2	2	22	20	2	32	72,72	12	27,27
UN7313	9	24	13	5	32	7	6	24	14	15	9	20	12	27,27	32	72,72
UN7103	38	4	2	34	6	4	32	10	2	35	7	2	38	86,36	6	13,63
UN7100	18	24	2	22	20	2	23	20	1	23	17	4	27	61,36	17	38,63
ILS3621	4	20	20	2	24	18	29	11	4	22	14	8	17	38,63	27	61,36
ILS3597	26	12	6	14	25	5	17	23	4	25	14	5	24	54,54	20	45,45
ILS3595	3	17	24	10	22	12	7	16	21	8	22	14	10	22,72	34	77,27
ILS3594	13	25	7	8	28	8	15	22	7	10	22	12	14	31,81	24	68,18
ILS3593	11	27	6	5	32	7	14	25	5	13	24	7	10	22,72	34	77,27

B=Bueno, R= Regular, M= Mala

Total agricultores: 44

Entre las líneas de menor aceptación como el caso de ILS3595 e ILS 3593, los productores mencionan que las plantas son delicadas y susceptibles a enfermedades.

En el semestre B participó un grupo de 59 productores, las línea más aceptadas fue UN7325 con el 77,96%, y UN7115 con 74,57% solamente la supera Andina con 91,52% la línea ILS3595 es la menos aceptado por problemas de enfermedades principalmente el complejo Ascochyta antracnosis.

Para este periodo vuelven a tomar importancia para los productores la línea UN7325; mientras que ILS3595 se encuentra en el grupo de las menos aceptadas.

Tabla 21 Datos de evaluación participativa en 20 líneas de arveja voluble (*Pisum sativum* L) y dos testigos con productores de cinco municipios del sur del departamento de Nariño, semestre B.

Linea	Tipo de planta				Carga				Resistencia a enfermedades				Tipo de vainas				Lo sembraría				
	Bue	Reg	Mal	NC	Bue	Reg	Mal	NC	Bue	Reg	Mal	NC	Bue	Reg	Mal	NC	SI	%	NO	%	NC
UN7371-2	40	10	4	5	35	12	7	5	32	15	8	4	39	13	5	2	37	62,7	16	27,1	6
UN7370-1	38	12	5	4	32	14	9	4	31	14	8	6	37	14	6	2	35	59,3	17	28,8	7
UN7232-1	27	24	6	2	13	38	6	2	6	31	20	2	13	38	7	1	39	66,1	16	27,1	4
UN7143-3	31	20	3	5	33	21	1	4	21	31	3	4	38	16	1	4	33	55,9	19	32,2	7
UN7143-2	40	16	0	3	35	20	1	3	33	24	0	2	41	14	0	4	42	71,2	12	20,3	5
UN7143-1	42	14	0	3	36	18	1	4	19	36	0	4	35	21	0	3	19	32,2	34	57,6	6
UN7364	25	4	26	4	19	34	3	3	26	21	6	6	11	39	6	3	16	27,1	38	64,4	5
UN7336	45	7	0	7	35	17	0	7	26	23	2	8	31	19	1	8	35	59,3	16	27,1	8
UN7328	31	21	5	2	41	15	2	1	18	27	11	3	29	24	4	2	30	50,8	27	45,8	2
UN7325	43	11	1	4	45	8	1	5	34	19	1	5	45	8	1	5	46	78	8	13,6	5
UN7324	31	25	0	3	38	21	0	0	21	34	3	1	28	29	0	2	32	54,2	25	42,4	2
UN7115	50	6	0	3	41	12	1	5	35	18	0	6	40	12	2	5	44	74,6	10	16,9	5
UN7313	36	20	0	3	38	19	0	2	33	23	1	2	39	16	2	2	40	67,8	14	23,7	5
UN7103	23	32	2	2	11	42	3	3	18	34	5	2	32	25	0	2	21	35,6	33	55,9	5
UN7100	33	25	1	0	33	25	0	1	26	26	5	2	25	31	3	0	26	44,1	27	45,8	6
ILS3621	27	23	3	6	11	35	7	6	11	29	12	7	13	29	11	6	11	18,6	39	66,1	9
ILS3597	30	18	10	1	12	28	18	1	22	20	14	3	25	18	14	2	21	35,6	36	61	2
ILS3595	4	20	30	5	4	21	28	6	4	13	33	9	5	15	33	6	3	5,08	48	81,4	8
ILS3594	17	15	18	9	30	24	2	3	16	20	14	9	14	16	20	9	15	25,4	33	55,9	11
ILS3593	31	20	3	5	31	20	3	5	16	35	6	2	22	31	2	4	17	28,8	38	64,4	4

B= bueno; R= regular; M= malo
Total participantes= 59

5. CONCLUSIONES

Se destacaron en diferentes ambientes para número de vainas por planta las líneas UN7364, UN7143-3, UN7324, para peso de vainas ILS3597, ILS3593 e ILS3594, para longitud de vaina verde ILS3597, ILS3594, ILS3593, para número de granos por vaina ILS3597, ILS3593 e ILS3595, para peso de grano por vaina verde UN7370-1, UN7115 e ILS3595.

Según el método AMMI, las líneas de mejor adaptación específica para rendimiento en vaina verde fueron en Gualmatán¹, ILS3597, ILS3594, UN7103 y UN7325. En Ipiales¹, las líneas de UN7143-2, UN7325 y las variedades Andina y Sindamanoy. En Pupiales¹, Pupiales², Potosí², Potosí¹, y Puerres¹, las líneas UN7232-1, UN7370-1, UN7115, ILS3621 e ILS3593 y en Puerres² las líneas UN7328 e UN7313.

Los modelos Eberhart y Russell y AMMI permitieron identificar a las líneas UN7370-1, UN7232-1, UN7143-1, UN7328, UN7313, UN7103, UN7100, como genotipos estables y predecibles para rendimiento en vaina verde. UN7143-1, UN7328 y UN7313 constituyen la mejor opción para los 10 ambientes involucrados en el estudio.

Desde el punto de vista de la estabilidad, se obtuvo una coincidencia en la identificación de líneas estables analizadas por los métodos de Eberhart y Russell y AMMI en la variable rendimiento en vaina verde.

6. RECOMENDACIONES

Continuar en la búsqueda de genotipos de arveja con resistencia al complejo *Ascochyta antracnosis* para transferir sus genes a los de las variedades comerciales.

Evaluar las líneas usadas en la presente investigación por su reacción al hongo *Fusarium oxysporum* y al hongo *Erysiphe polygoni* causante de la cenicilla.

Utilizar las líneas ILS3597, ILS3594 y ILS3593 como progenitoras en un programa de mejoramiento para aumentar en tamaño de las vainas.

Las líneas que se consideran potenciales para nuevas variedades son UN7143-1, UN7328 y UN7313 por ser predecibles ($S^2d=0$), estables ($B=1$) y por presentar un rendimiento por encima de la media general.

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.
- ALLARD, R.W., AND A.D. BRADSHAW. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503–508.
- 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.
- BAENA, D.; ESCOBAR, J.A. Y MUÑOZ, J.E. 1991. Metodologías para determinar la estabilidad y adaptabilidad. Mimeografiado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias, Palmira. 24p.
- BARRIGA, R. H. M. P. 1980. Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot*
- BECKER, H.C. & J. LEON, 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed* 101: 1–23.
- BECKER, H.C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30:835-840.
- BRANCOURT-HULMEL, M., and 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.
- Buitrago, J. Y. 2006 (Obtención de progenies de arveja (*Pisum sativum* L.) mediante cruces convergentes y su evaluación al fusarium sp. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Pp. 22.
- BUITRAGO, Y. DUARTE, C. SARMIENTO, A. (2006). El Cultivo de la Arveja en Colombia. Bogotá. Produmedios. 83p.
- CAMPUZANO, F., Yepes, B., Benavides, J, Bolaños, M. Arcila, B. López, C. Cepeda, G. 2003a. Obonuco Andina nueva variedad mejorada de arveja para la zona de economía campesina del sur de Nariño. En *Novedades Técnicas*. Revista regional Corpoica. ISSN 0123-0697 pp. 26-28.

CHAVES, LÁZARO J. 2001. Interacção de genótipos com ambientes. Em: Recursos genéticos e melhoramento-plantas. (Eds) Lourenço Nass, Afonso Celso Candelaria Valois, Itamar Soares de Melo, Maria Cléria Valadares Rondonópolis: Fundação MT. p673-713.

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

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

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

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

CROSSA J. 1990. Statistical analices of multilocation triales. *Advances in agronomy*.v. 44: 55-85.

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

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.

DYKE, G. V., P. W. LANE, J. F. JENKYN 1995. Sensitivity (stability) analysis of multiple variety trials with special reference to data expressed as proportions or percentages, *Expl. Agric.*, 31:75-87.

EBERHART, S. A., AND W. A. RUSSELL. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop sciences.* 6: 36-40p.

EBERHART, S.A. 1970. Factors effecting efficiencies of breeding methods. *Afr. Soils*, 15: 655-667.

FINLAY & WILKINSON. 1963. The analysis of adaptation in a plant- breeding programme. *aust j. agr. res.* 14: 742-754.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS- FENALCE. Indicadores cerealistas Total 2011. DEPARTAMENTO ECONÓMICO. 65pg PDF. En <http://www.fenalce.org/archivos/Indicadores.pdf>

FOX, B. A. CAMERON, A. G. 1997. Ciencia De los alimentos, nutrición y salud. Primera reimpresión. Editorial Limusa. México. D. F. pp:122-128.

GALINDO, J. R. y CLAVIJO P. (2007). 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.

GAUCH, H. R. ZOBEL. 1988. Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. Theor. Appl. Genet. 79: 753-761.

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

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.

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 p.

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

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

HANSON, W. D. 1970. Genotypic stability. Theor. appl. genet. 40: 226-231

HEINRICH, G. M C. A. FRANCIS., AND J. D. EASTIN. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. CROP SCI. 23: 209-212. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bnline/schaugarten/PisumsativumL/Pea.html>

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.

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

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

LAING. D. R. 1978. Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de frijol común. Documento presentado en la reunión de discusión sobre viveros internacionales de rendimiento y adaptación de frijol. ciat. 24p.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.A 1988.Superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. Canadian Journal of Plant Science, v. 68, p. 193-198.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEVKOVITCH, L. P. 1986. Stability analysis: Where do we stand.Crop Science, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-900.

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

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.

MUÑOZ, M. 2012. Interacción Genotipo Ambiente de 20 líneas de arveja arbustiva *Pisum sativum* L para cinco Municipios de la zona sur del departamento de Nariño. Tesis de Maestría. Pasto; Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. 131p.

MATTA, J y MARTINEZ, E. Evaluación del comportamiento agronómico de veinte líneas de arveja(*Pisum sativum* L.), de crecimiento determinado en el municipio de pasto departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de CienciaAgrícolas, 1997. 115p.

NACHIT, M.N.; NACHIT, G.; KETATA, H.; GAUCH JUNIOR, H.G.; ZOBEL, R.W. 1992.Use of AMMI and regression models to analyse genotype-environment interaction in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics, v.83, p.597-601.

PANDEY, S.; GRITTON, E.T., (1975) Genotypic and phenotypic variances and correlations in peas. Citado por GONZALES GARCIA, María. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.). Palencia 2001. p. 45

PANDEY, S. VARGAS, J.E. 1985. La interacción fenotipo-medio ambiente y su importancia en el mejoramiento intrapoblacional en las plantas cultivadas. Trabajo presentado en el VII Congreso Latinoamericano de Genética- I Congreso Colombiano de Genética. Mimeografiado. 38p.

PÉREZ, J.C.; H. CEBALLOS; E. ORTEGA; J. LENIS. 2005. Análisis de la interacción genotipo por ambiente en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) usando el modelo AMMI. Fitotecnia Colombiana. 5(2):11-19.

PRIETO, G. y ANTONELLI, M.(2007) Evaluación de cultivares de Arveja (*Pisum sativum*) en el sur de Santa Fe Argentina.

PUERTAS, M. J. 1992. Genética fundamentos y perspectivas. 1ª. ed. mc. graw. hill interamericana de España. 741p

ROMAGOSA I., P. N. FOX.1993.Genotype x environment interaction and adaptation. Plant Breeding: Principles and Prospects. Ed. M. D. Hayward, N.D. HBoemark. I. Romagosa. Chapman y Hall.España.

SAINDON, G.; 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. Garden Pea (*Pisum sativum* L.). (2000). Consultada en la página:

SIMMONDS, N. W.1979. Principles of Crop Improvement.Longman. NY. 408 p.

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

SPRAGUE & EBERHART, 1977: Corn breeding. In: Corn and corn improvement (ed. Sprague, G.F.), pp. 305–362. Madison (WI, USA): Am. Soc. Agron. Inc. Publ.

STELLING et al., 1994: Yield stability in faba beans, *Vicia faba* L. 2. Effect of heterozygosity and heterogeneity. Plant Breed. 112: 30-39.

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.

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.

VEGA, P. 1988. Introducción a la teoría de la genética cuantitativa con especial referencia al mejoramiento de plantas. Univ. Central de Venezuela. Caracas. Biblioteca, 398 pp.

WRICKE, G. 1962. Cinc mehtodo Zer Ertussog der Okojogischen Streobrelte in Felder. *Versochen Z. Oflanzenzucht* 47: 92-96.

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

YAN, WEIKAI & KANG, MANJIT S. 2003. GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC press. Printed in EEUU. p: 1-19.

ZABALA-GARCÍA F., BRAMEL-COX P.J., 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.; GAUCH, H.G., (1988). Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, 80: 388-393

ANEXOS

ANEXO A. 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 (molcarga/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

ANEXO B. 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

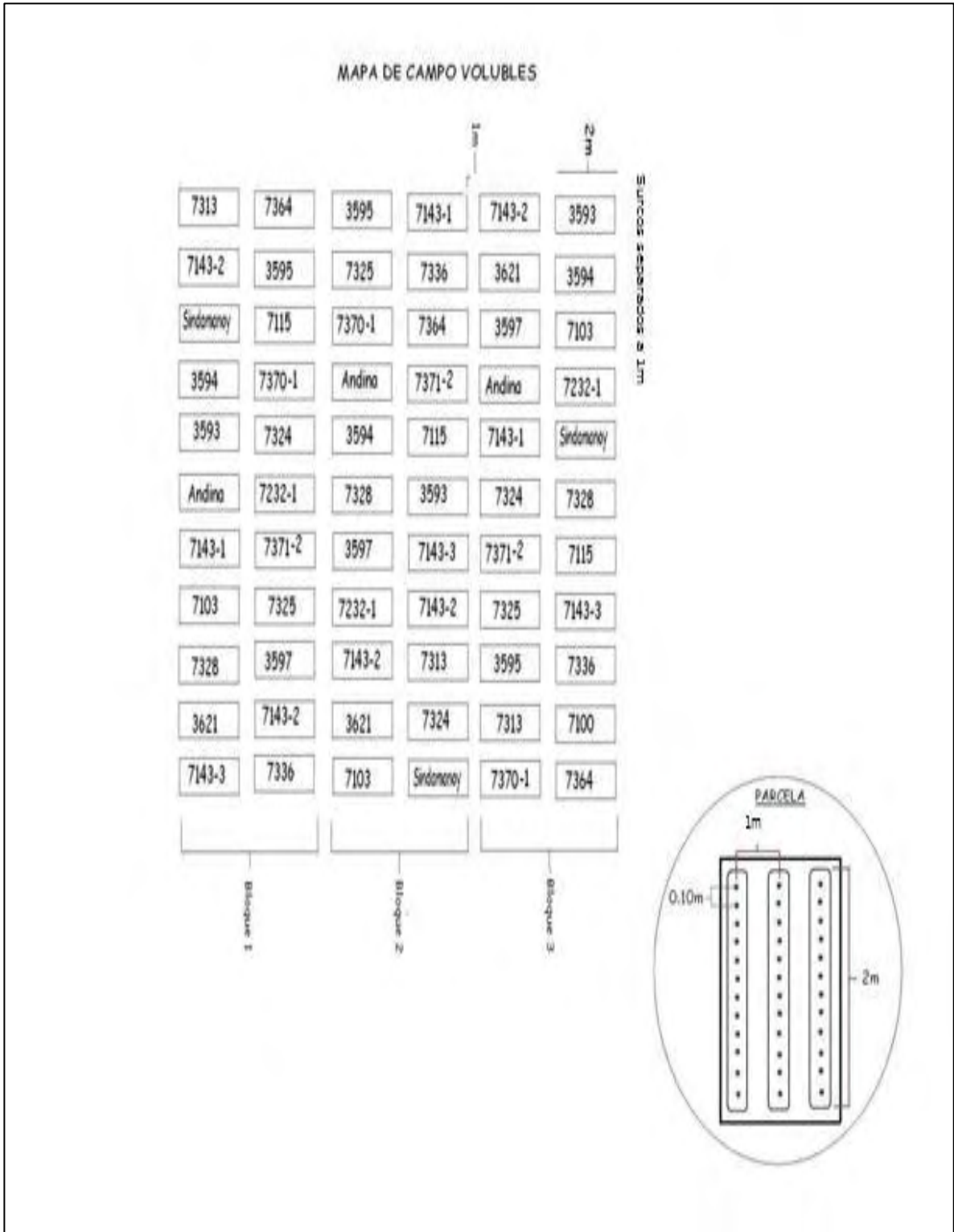
Fuente: Laboratorios de suelos Universidad de Nariño

ANEXO C. VALORES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL REGISTRADOS POR IDEAM PERIODO A Y B 2009

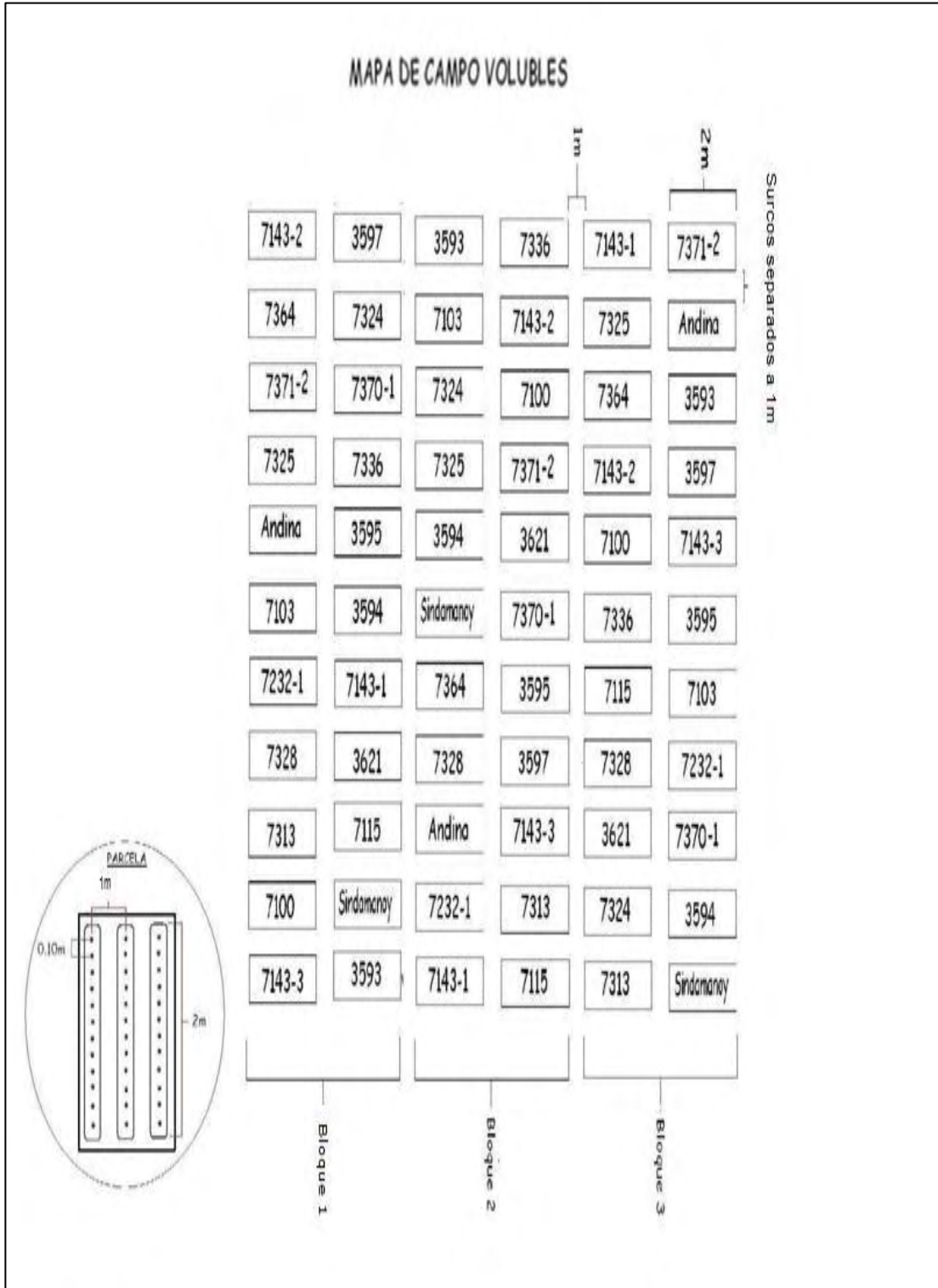
Semestre a			Semestre B		
Localidad	Mes	Precipitación (mm)	Localidad	Mes	Precipitación (mm)
Potosí1	Marzo	90.9	Potosí2	Noviembre	37.6
	Abril	76.4		Diciembre	45.5
	Mayo	54.2		Enero	8.5
	Junio	45.6		Febrero	83.5
	Julio	31.6		Marzo	53.5
	Agosto	38.6		Abril	128.9
Gualmatán1	Marzo	81.8	Gualmatán2	Noviembre	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.

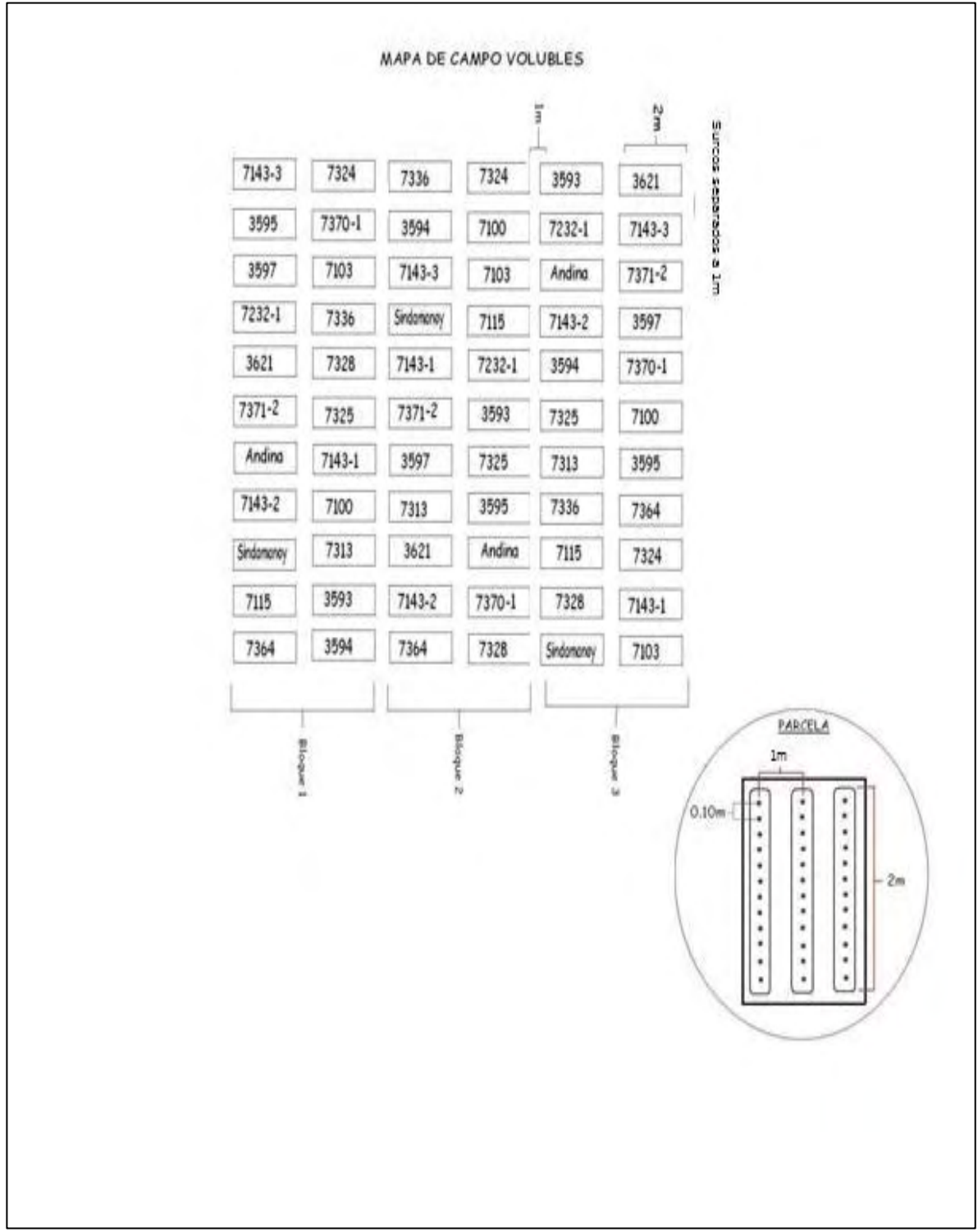
ANEXO D. MAPA DE CAMPO VOLUBLES



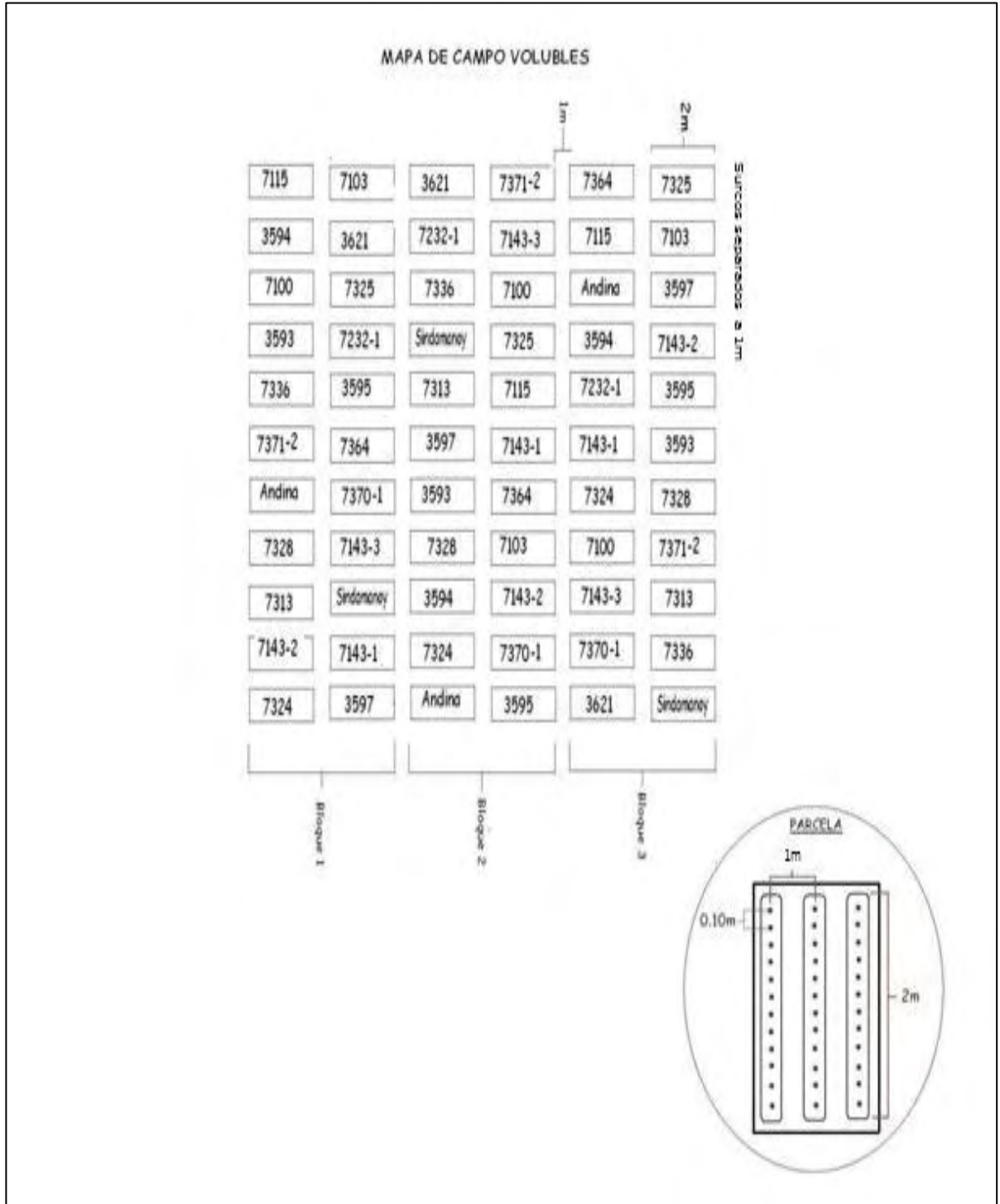
ANEXO E. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE IPIALES1



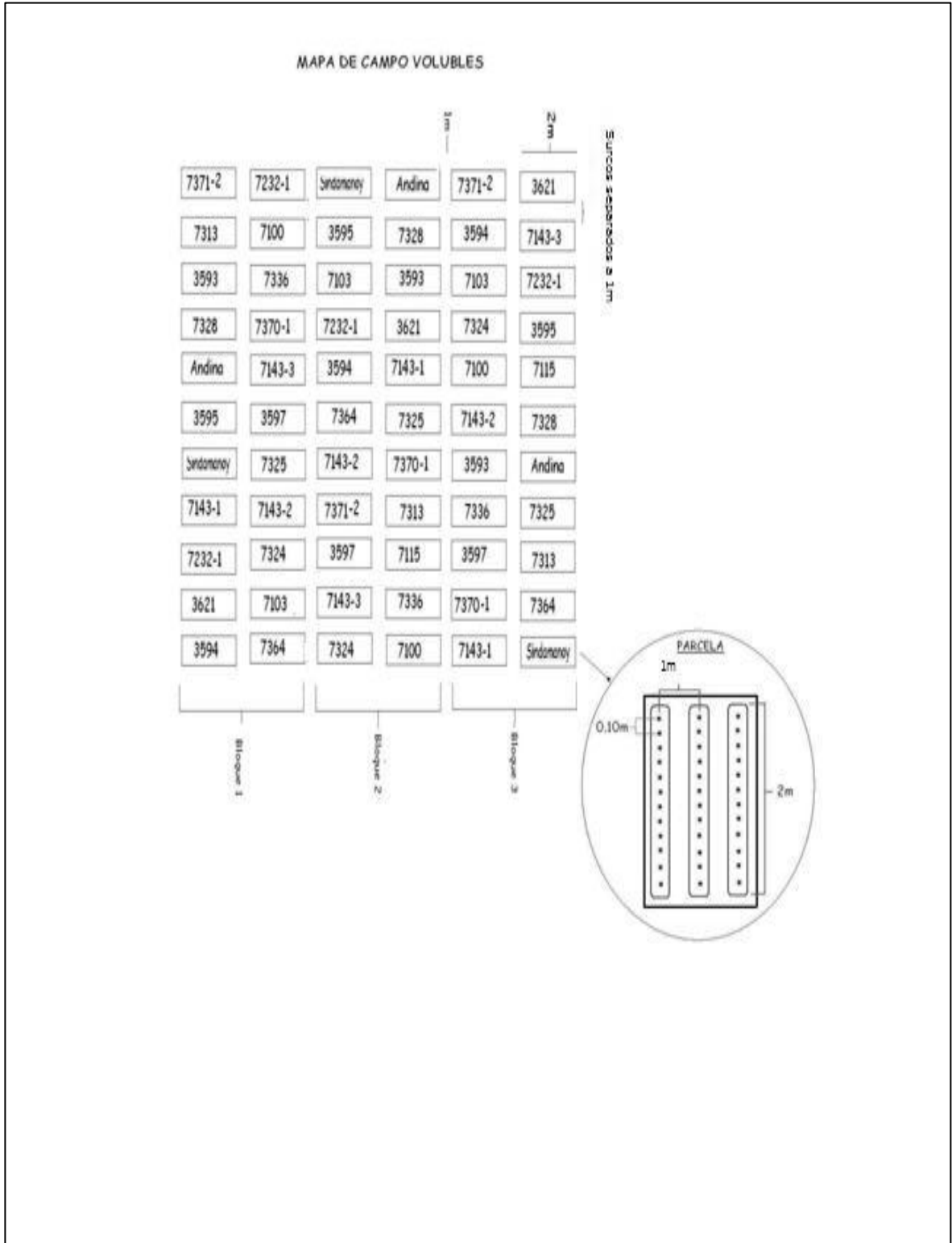
ANEXO F. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE POTOSI



ANEXO G. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUERRES1



ANEXO H. MAPA DE CAMPO MUNICIPIO DE PUIPALES1



ANEXO I. PREPARACION Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE A DE 2009



ANEXO J. ESTADOS DE FLORACION EN EL AMBIENTE DE IPIALES¹



ANEXO K. EVALUACION PARTICIPATIVA DE LINEAS VOLUBLES CON PRODUCTORES DE LA ZONA SEMESTRE A Y B



ANEXO L. PREPARACION Y SIEMBRA DE ENSAYOS SEMESTRE B DE 2009



**ANEXO M. PRESENCIA DE ENFERMEDADES COMPLEJO ASCOCHYTA
ANTRACNOSIS**



ANEXO N. RESUMEN DE PARÁMETROS DE ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD PLANTEADOS POR EBERHART Y RUSSELL, EN LA EVALUACIÓN POR COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE 20 GENOTIPOS Y DOS TESTIGOS DE ARVEJA VOLUBLE (*PISUM SATIVUM L.*) EN CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

Genotipos	Parámetro	Interpretación
UN7370-1, UN7232-1, UN7143-1, UN7328, UN7313, UN7103, UN7100, ILS3597, ILS3593	$\beta = 1$ $Sd = 0$	Genotipos de mayor estabilidad y mejor adaptación.
UN7143-3, UN7364, UN7324, UN7115	$\beta = 1$ $Sd > 0 =$	Adaptables a las condiciones ambientales de las distintas localidades. comportamiento impredecible
ILS3621, ILS3595	$\beta < 1$ $Sd = 0$	Mejor respuesta en ambientes desfavorables, son menos exigentes (Pupiales2, Gualmatán2, Pupiales1, Ipiales2, Potosí2, Puerres2) Comportamiento predecible.
Andina, UN7325	$\beta > 1$ $Sd = 0$	Mejor respuesta a ambientes favorables como: Gualmatán1,i Ipiales1, Potosí1 y Puerres1 Comportamiento predecible
Sindamanoy, UN737 -2, UN7143-2, UN7336 E ILS3594	$B \neq 1$ $Sd \neq 0$	Inestables Impredecibles.

ANEXO O. ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS RENDIMIENTO EN GRANO VERDE (AMMI)

Ambientes	Adaptación general	Adaptación específica
Gualmatán1	UN7100, UN7232-1, UN7370-1, UN7328, UN7313, UN7143-1	ILS3597, ILS3594, UN7103, UN7325
Ipiales1		UN7143-2, Sindamanoy, Andina, UN7325
Pupiales1		UN7232-1, UN7370-1, ILS3621, ILS3593, UN7115
Pupiales2		
Potosí2		
Potosí1		
Puerres1		UN7143-1
Gualmatán2		
Ipiales2		
Puerres2		

ANEXO P. RESULTADO DE LAS PUNTUACIONES PARA LA GRAFICACIÓN DEL BILOT PARA RENDIMIENTO EN VAINA VERDE T.HA-1 DE 20 LINEAS DE ARVEJA VOLUBLE (PISUM SATIVUM L.) Y DOS TESTIGOS EVALUADA EN 10 AMBIENTES DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Final Corrected Scores for Graphing the Biplot

TYPE	NAME	YLD	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	Andina	6.66633	0.33698	0.48164	0.33995
GEN	ILS3593	4.45233	-0.34241	-0.35600	-0.08845
GEN	ILS3594	3.58800	-1.00000	0.36298	0.30417
GEN	ILS3595	2.14333	-0.83910	-0.91402	-0.49783
GEN	ILS3597	4.35400	-0.37016	0.63646	0.08412
GEN	ILS3621	4.27000	-0.44850	-0.34408	-0.09769
GEN	Sinda	6.12700	0.68018	0.64750	-0.34041
GEN	UN7100	4.44733	-0.35104	0.25549	0.04725
GEN	UN7103	3.96967	-0.57182	0.41455	-0.11005
GEN	UN7115	5.02367	-0.02688	-0.59899	1.29076
GEN	UN7143-1	5.76300	-0.12168	0.10396	-0.22688
GEN	UN7143-2	7.20433	0.98217	0.11122	-0.11295
GEN	UN7143-3	6.00200	0.62505	-0.13926	-0.08771
GEN	UN7232-1	3.78167	-0.05227	-0.03250	0.33553
GEN	UN7313	6.72433	0.12445	0.06930	-0.22406
GEN	UN7324	5.90800	0.44519	-0.63650	-0.66514
GEN	UN7325	6.26367	0.38362	0.87099	0.08612
GEN	UN7328	5.28467	0.04742	0.06867	-0.14079
GEN	UN7336	6.69633	0.96055	-0.47196	-0.35113
GEN	UN7364	4.02567	-0.64726	0.08572	-0.09281
GEN	UN7370-1	4.19100	-0.46381	-0.08776	-0.29062
GEN	UN7371-2	7.83300	0.64933	-0.52740	0.83863
ENV	GUALMA1	8.18015	-0.38737	0.93036	0.09514
ENV	GUALMA2	3.63591	-0.17205	0.02847	-0.26493
ENV	IPI1	9.13106	1.00000	0.30180	0.24289
ENV	IPI2	8.45803	0.52644	-0.15978	-0.38726
ENV	POT01	5.43758	-0.02844	-0.18677	-0.41559
ENV	POT02	3.10742	-0.29137	-0.15008	0.10201
ENV	PUE1	5.02470	-0.13511	-0.38548	0.74749
ENV	PUE2	4.62197	0.20343	-0.15933	0.05365
ENV	PUPI1	2.09909	-0.33416	-0.09942	-0.12490
ENV	PUPI2	2.44924	-0.38136	-0.11976	-0.04850