

**EVALUACION DE 15 LINEAS PROMISORIAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CINCO
MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

SANDRA PATRICIA CUARAN PINTO

ALEJANDRA ORTEGA ERASO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL

PASTO - COLOMBIA

2011

**EVALUACION DE 15 LINEAS PROMISORIAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CINCO
MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

SANDRA PATRICIA CUARAN PINTO

ALEJANDRA ORTEGA ERASO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de

Ingeniero Agroforestal

Presidente

OSCAR EDUARDO CHECA CORAL Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL

PASTO - COLOMBIA

2011

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^o del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan Pasto, Noviembre de 2011

EVALUACION DE 15 LINEAS PROMISORIAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹
EVALUATION OF 15 PROMISING LINES OF PEA (*Pisum sativum* L.) IN FIVE MUNICIPALITIES IN THE AREA SOUTH OF THE DEPARTMENT OF NARIÑO

SANDRA PATRICIA CUARAN P.²

ALEJANDRA ORTEGA E.²

OSCAR EDUARDO CHECA C.³

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño, Colombia, ubicados entre los 2.642 y 2.888 msnm, se evaluaron respecto a su comportamiento agronómico 15 líneas de arveja *Pisum sativum* L. En cada localidad se realizó un diseño de bloques al azar para 15 tratamientos y tres repeticiones. Los resultados se sometieron a análisis de varianza individual y combinado a través de localidades y pruebas de comparación de medias de Tukey. Para rendimiento se efectuó la prueba de adaptabilidad fenotípica propuesta por Eberhart y Russell (1966). Se utilizó el paquete SAS 8,2 y el programa GENES. Para la variable altura de plantas (ALP) la línea ILS3586 presentó crecimiento arbustivo y UN7085, ILS3555, ILS3556, UN5172, presentaron crecimiento indeterminado en todas las localidades, UN7093, UN6644, UN6653, UN5175, UN5171, ILS3575, ILS3558 presentaron un comportamiento arbustivo y semiarbustivo a través de las localidades manifestando así su interacción con el ambiente. Para número de vainas por planta (VPP) sobresalió la línea ILS3586 en Potosí, UN5172 en Puerres y UN7085 en Pupiales. Para peso de vaina verde (PVV), ILS3558 fue la de mayor promedio en Gualmatán y Pupiales, la línea UN5172 se destacó en Ipiales y Pupiales. Para número de granos vaina (GV) ILS3575 presentó NG superior al promedio de las variedades existentes. Para rendimiento en vaina verde (RTOVV), ILS3555 de crecimiento indeterminado e ILS3575, UN5172, UN6644, UN5175 y UN6653 de crecimiento semideterminado presentaron rendimiento superior a la media general (3818 kg ha⁻¹). Para rendimiento en grano seco (RTOGS) las líneas ILS3555, ILS3556, de altura indeterminada, ILS3560 de altura semideterminada presentaron rendimiento superior a la media general.

Palabras clave: Adaptabilidad, estabilidad, interacción genotipo ambiente.

¹Documento presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2011.

²Estudiantes Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. e-mail savalen2010@hotmail.com, alejandra.o.e@hotmail.com.

³Ingeniero Agrónomo Ph.D. Docente Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. e-mail cicagrarias@hotmail.com

ABSTRACT

This study was conducted in five municipalities in the southern department of Nariño, Colombia, located between 2642 and 2888 masl, were evaluated for their agronomic performance of 15 lines of pea *Pisum sativum* L. shrub. In each location we conducted a randomized block design for 15 treatment and three replications. The results were analyzed individually and combined variance across locations and mean comparison tests of Tukey. Addition was made to yield phenotypic adaptability test proposed by Eberhart and Russell (1966). The SAS 8.2 package and the program of Genes were used. For plant height (ALP) line and bushy growth ILS3586 presented UN7085, ILS3555, ILS3556, UN5172, showed indeterminate in all locations, UN7093, UN6644, UN6653, UN5175, UN5171, ILS3575, ILS3558 bush and had a behavior semiarbusivo through the towns thus demonstrating their interaction with the environment. For number of pods per plant (VPP) ILS3586 line excelled in Potosi, UN7085 UN5172 on leeks and in Pupiales. For weight of green pod (PVV) was the most ILS3558 average Pupiales Gualmatan and the line highlighted in Ipiales UN5172 and Pupiales. For number of grains pod (GV) NG ILS3575 presented above the average of existing varieties. For green pod yield (RTOVV), and indeterminate ILS3555 ILS3575, UN5172, UN6644, UN5175 and UN6653 showed semi-deterministic growth performance than the overall average (3818 kg ha⁻¹). For dry grain yield (rtogs) ILS3555 lines, ILS3556, height undetermined ILS3560 high performance semi-deterministic had higher than average

Key words: Adaptability, stability, genotype - environment interaction

INTRODUCCION

En Colombia, la arveja es una de las leguminosas de mayor importancia. Su cultivo ha sido un factor estabilizador de la economía de los pequeños productores de la zona andina y ha contribuido a su seguridad alimentaria. En el 2008, se cosecharon 36672 hectáreas con una producción de 117625 toneladas de vaina para consumo fresco y 1200 toneladas de arveja seca para semilla (FENALCE, 2010).

En el país la producción de arveja verde se lleva a cabo principalmente en los departamentos de Nariño, Boyacá y Cundinamarca, en donde en el 2008 se produjo el 32,3% (36721 t), 23% (26146 t) y 30,5% (34719 t) del total nacional respectivamente (Encuesta Nacional Agropecuaria, 2009).

En Nariño el cultivo de arveja a crecido notablemente en los últimos años, en el 2009 se cosechó un área de 12745 hectáreas, alcanzando una producción de 43177 toneladas, con un rendimiento promedio de 3,4 t ha⁻¹ (Agronet, 2009). Toda la producción de arveja en Nariño, se hace con variedades que presentan periodos de cultivo relativamente largos, de porte alto y de crecimiento indeterminado que requieren sistema de tutorado para lograr un alto rendimiento y buena calidad, pero la utilización de este sistema eleva los costos de producción hasta el 52% (FENALCE, 2006).

La arveja en sistema de siembra en surcos y sin tutor, puede constituirse en una opción agroecológicamente viable si se identifican genotipos con buena adaptación a las condiciones ambientales de la zona andina de Nariño, con alto potencial de rendimiento y una respuesta favorable a las enfermedades prevalentes, bajo sistemas no tutorados.

La variabilidad genética es el insumo de mayor importancia para la identificación de genotipos con características deseables. Al respecto Ligarreto (2011) clasificó 42 líneas mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) por caracteres morfológicos y comportamiento agronómico, indicando que desde el punto de vista de mejoramiento genético actualmente se tienen pocas variedades ofertadas y con excepción de las variedades San Isidro, Andina e ICA Sindamanoy, adaptables a sistemas de tutorados para el departamento de Nariño, no se dispone de otras variedades mejoradas para sistemas sin tutor para los Departamentos de Nariño, Cundinamarca y Boyaca que presentan características agronómicas que satisfagan las necesidades del mercado y de los agricultores.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar por componentes de rendimiento 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en los municipios de Potosí, Pupiales, Gualmatán, Ipiales y Puerres, Departamento de Nariño.

METODOLOGIA

Líneas evaluadas. Las líneas evaluadas corresponden a 15 líneas de arveja *Pisum sativum* L. que fueron seleccionadas preliminarmente en la Granja experimental Obonuco, Municipio de Pasto, identificadas como ILS3555, ILS3556, ILS3558, ILS3559, ILS3560, ILS3566, ILS3575, ILS3586, UN5171, UN5172, UN5175, UN6644, UN6653, UN7085, UN7093.

Zona de estudio. El estudio se llevó a cabo en los municipios de Potosí (San Pedro), Pupiales (Calpután), Gualmatán (San Antonio), Ipiales (La Soledad) y Puerres (Tescual Bajo) que están localizados en el Sur del Departamento de Nariño cuya ubicación geográfica se observa en la Tabla 1. Para cada uno de los sitios se efectuó un análisis de suelos.

Tabla 1. Ubicación geográfica y análisis físico químico del suelo correspondiente a los ensayos de evaluación en las localidades de Potosí, Pupiales, Gualmatán, Ipiales y Puerres del Sur del Departamento de Nariño.

Características	Gualmatán	Ipiales	Potosí	Puerres	Pupiales
Latitud	N00.90169°	N00.86249°	N00.82489°	N00.86396°	N00.85983°
Longitud	W077.56297°	W077.57143°	W077.56790°	W077.49898°	W077.60609°
Altitud msnm	2.642	2.735	2.681	2.687	2.888
Temperatura	11°C	12°C	11°C	11°C	12°C
Precipitación últimos tres meses (mm)	259,9	101,6	265,9	248,2	225,9
PH	4,4	4,4	5	4,8	5
Materia Orgánica (%)	4,19	4,92	4,1	4,19	6,14
Fósforo disponible (mg/kg)	132	47,3	56	62,7	38,2
Capacidad de intercambio (cmolcarga/kg)	12,5	9,8	13,9	13,7	16,5
Calcio de cambio (cmolcarga/kg)	4,88	4,32	7,09	4,92	6,89
Magnesio de cambio (cmolcarga/kg)	0,956	0,625	2,14	1,58	1,5
Potasio de cambio (cmolcarga/kg)	1,31	0,246	0,862	1,073	0,632
Aluminio de Cambio (cmolcarga/kg)	0,512	0,102	0,102	0,102	0,103
Nitrógeno total (%)	0,162	0,191	0,158	0,162	0,238
Carbono orgánico (%)	2,43	2,85	2,38	2,43	3,56
Densidad aparente (g/cc)	0,87	0,91	0,86	0,95	0,84
Grado textural	Arcillo-Arenoso	Arcillo-Arenoso	Arenoso	Areno- Arcilloso	Arcillo-Arenoso

FUENTE: Laboratorios de Suelos Universidad de Nariño

Diseño experimental. En cada localidad se trabajó un diseño de bloques completos al azar con 15 tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental fue de 6 surcos de dos metros de largo con distancia entre surcos de 0,40 m, para un área total por parcela de 4,80 m². La distancia entre los sitios fué de 0,10 m depositando una semilla por sitio. La distancia entre parcelas fué de 0,80 m y la distancia entre bloques de 1 m, se utilizó un sistema de siembra en surcos sin tutor. El área útil de la parcela fué de 2,88 m²

correspondiendo a los cuatro surcos de la unidad experimental descartando las plantas borde. Dos surcos se utilizaron para cosecha en verde y dos para cosecha en seco.

Labores del cultivo. En cada localidad se realizó una arada, una rastrillada y una surcada. Al momento de la siembra se aplicó en el fondo del surco fertilizante 13-26-6 en dosis de 150 kg ha^{-1} más 25 kg de Agrimins, sobre la semilla se aplicó Lorsban (clorpirifós) en polvo (30 kg ha^{-1}). Se efectuó control manual de malezas cada 15 días después de la siembra, durante todo el periodo del cultivo, con base en las recomendaciones hechas por Sañudo, *et al.* (1999).

Variables evaluadas.||

Altura de la planta (ALP): se tomó en ocho plantas de la parcela útil registrando la altura desde la superficie del piso hasta el último foliolo. El registro correspondió al promedio de las ocho plantas en centímetros.

Vainas por planta (VPP): se contó en número de vainas en 10 plantas al azar de la parcela útil y se calculó el promedio.

Peso de vainas verdes (PVV): se tomó al azar 20 vainas verdes de la parte central de 20 plantas en la parcela útil, se obtuvo el peso en fresco por vaina y se sacó el promedio.

Longitud de vaina verde (LVV): se tomó al azar 15 vainas verdes de la parcela útil, se midió su longitud en cm y se obtuvo el promedio.

Granos por vaina (GV): se tomaron los granos de 10 vainas al azar de la parcela útil, se contó y se sacó el promedio.

Peso de 100 granos en verde (P100GV): se tomó al azar 100 granos en verde de la parte central de la planta y se obtuvo su peso en fresco.

Peso de 100 semillas en seco (P100GS): se tomó al azar 100 granos en seco de la parte central de la planta y se obtuvo su peso en seco.

Rendimiento en vaina verde (RTOVV): se tomó el rendimiento en dos de los cuatro surcos de la unidad experimental (parcela útil para rendimiento en vaina verde) y se llevó a kg ha^{-1} .

Rendimiento en grano seco (RTOGS): se tomó en dos de los cuatro surcos de la unidad experimental (parcela útil para rendimiento en grano seco) y se llevó a kg ha^{-1} .

Análisis estadístico. Los resultados se sometieron al Análisis de Varianza individual y combinado a través de localidades. De igual forma para las variables que presentaron diferencias significativas se realizó la prueba de comparación de promedios de Tukey. Estos análisis se efectuaron utilizando el paquete SAS 8.2 y el programa GENES. En el caso de las variables RTOVV ha⁻¹ y RTOGS ha⁻¹ se llevó a cabo el análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica utilizando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1996) que se plantea de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_j I_j + \sigma_{ij} + \sum_{ij}$$

Donde:

β_0 : media general del genotipo i ($i = 1, 2, \dots, g$)

β_j : respuesta lineal del genotipo i a la variación ambiental

I_j : índice ambiental ($j = 1, 2, \dots, a$), siendo

$$I_j = \frac{y_j}{g} - \frac{y}{ga}$$

σ_{ij} : desviación de la regresión

\sum_{ij} : error experimental promedio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

Los resultados del ANDEVA (Tabla 2) indican que hubo diferencias significativas para localidades, genotipos y la interacción localidad por genotipo para las variables ALP, VPP, PVV, NGV, P100GV, RTOGS y P100GS. Para LVV no hubo diferencias significativas entre localidades pero si para genotipo y en la interacción genotipo por localidad. En la variable RTOVV no hubo diferencias para genotipo pero si para localidad y la interacción localidad por genotipo.

Tabla 2. Cuadrados medios del ANDEVA combinado de nueve variables en la evaluación agronómica de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

F de V	GL	ALP	VPP	PVV	LVV	NGV	P100GV	RTOVV	P100GS	RTOGS
Localidad	4	6922.87**	611.50**	68.46**	1.19ns	1.83**	672.94**	19766554**	82.13**	4706306**
Rep(oc)	10	300.4**	11.04 ns	0.36 ns	0.36**	0.25ns	28.87ns	779093ns	4.66**	162422ns
Genotipo	14	7958.41**	125.94**	7.38**	2.89**	3.20**	387.16**	3794065 ns	115.4**	1810241**
Loc*genotipo	56	497.00**	43.59**	1.99**	0.39**	0.85**	66,38**	2137763**	9.93**	520819**
CV		12.99	19.43	11.31	4.85	9.33	10.73	25.06	6.97	23.84

ns No significativo * Significativo ** Altamente dignificativo

En general la mayor parte de las variables evaluadas, mostraron diferencias para los efectos simples y para la interacción Loc. x genotipo, por lo tanto, el análisis de los resultados y la discusión están dirigidos a explicar la interacción, es decir, el comportamiento diferencial de las líneas a través de los cinco ambientes.

ALP. En Gualmatán las líneas ILS3555, ILS3556, UN5172, ILS3559, UN7085 presentaron la mayor ALP con promedios entre 120,66 y 103,33 cm. Las líneas ILS3566, ILS3558, ILS3575 presentaron una ALP intermedia (entre 80,33 y 74 cm). ILS5171, UN5175, UN6644, UN6653, UN7093 mostraron alturas entre 70,33 y 62,66 cm. La línea ILS3586 presentó comportamiento arbustivo con 48 cm de ALP (Tabla 3).

En Ipiales las líneas que mostraron mayor ALP fueron ILS3556, ILS3555, UN5172 y UN7085 con 112,33 y 90 cm respectivamente. Las líneas ILS3558, ILS3559, ILS3560 e ILS3566 presentaron una altura entre 77,66 y 64 cm sin diferencias entre sí. ILS 3575, ILS3586, UN5171, UN5175, UN6644, UN6653 y UN7093 presentaron promedios inferiores a 55 cm de altura.

El Potosí ILS3556, ILS3555, UN5172 y UN7085 no presentaron diferencias entre sí con una ALP comprendida entre 99 y 90 cm. ILS3559, ILS3560 e ILS3566 presentan promedios entre 74,33 y 64 cm. las líneas ILS3558, ILS3575, ILS3586, UN5171, UN5175, UN6644, UN6653, UN7093 hacen parte del grupo de menor altura con promedios entre 58 y 39,33 cm (Tabla 3).

En Puerres las líneas de mayor altura fueron ILS3556, UN5172, ILS3555, ILS3559, ILS3566 y UN7085 (entre 127 y 91,67 cm). ILS3558, ILS3560, ILS3575, UN5171, UN6644 y UN6653 es un grupo sin diferencias entre sí con una ALP entre 82 y 66 cm. La menor ALP la presentaron las líneas ILS3586 y UN5175 (66,67 y 54,33 cm) (Tabla 3).

En Pupiales ILS3555, UN7085 expresaron la mayor ALP (170,33 cm). UN5172 supero al resto de líneas excepto a las anteriores con 137,33 cm. Las líneas 3558, UN5171, UN5175, UN6644 y UN 7093 presentaron alturas entre 82,33 y 69 cm. ILS3560 e ILS3586 mostraron promedios inferiores a 56 cm con un comportamiento más arbustivo que facilita su manejo sin tutor (Tabla 3).

En general ILS3555, ILS3556, UN5172, UN7085 presentaron hábito de crecimiento indeterminado para las diferentes localidades. Se consideran plantas de crecimiento indeterminado a las que tienen una altura superior a 90 cm pudiendo llegar hasta 3 metros (FENANCE, 2009). 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 vainas con distinto grado de madurez que interfieren en la recolección y requieren sistemas de manejo en tutorado lo cual incrementa los costos de producción.

Tabla 3. Comparación de promedios de Tukey para la variable ALP de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD					MEDIA						
	GUALMATAN	IPIALES	POTOSÍ	PUERRES	PUPIALES	GENOTIPO						
ILS 3555	103,33	ab	95,00	Ab	95,00	ab	102,00	abc	170,33	a	113,13	a
ILS 3556	120,66	a	112,33	A	99,0	a	127,00	a	107,33	c	113,26	a
ILS 3558	80,00	cd	53,33	Cd	53,33	bcd	74,67	bcd	79,66	ef	69,00	cd
ILS 3559	102,66	ab	77,66	bc	74,33	abcd	97,00	abcd	97,33	cd	89,80	b
ILS 3560	56,66	ef	66,66	bcd	66,67	abcd	82,00	bcd	48,33	h	64,06	cde
ILS 3566	90,33	bc	64,0	bcd	64,00	abcd	91,67	abcde	71,00	f	76,20	c
ILS 3575	74,00	cde	54,66	cd	54,67	bcd	73,00	cde	90,00	de	69,26	cd
ILS 3586	48,00	f	54,66	cd	58,00	bcd	54,33	e	56,00	gh	54,20	e
UN5171	62,66	def	53,0	cd	53,00	d	74,67	bcd	82,33	ef	65,13	cde
UN5172	120,00	a	90,0	ab	90,00	abc	123,33	a	137,33	b	112,13	a
UN5175	68,00	de	39,33	d	39,33	d	62,67	de	78,33	ef	57,53	de
UN6644	68,66	de	47,33	cd	47,33	d	77,67	bcd	69,00	fg	62,00	de
UN6653	67,00	de	45,66	cd	45,67	d	66,00	cde	76,66	ef	60,20	de
UN7085	103,00	ab	90,0	ab	90,00	abc	113,00	ab	170,33	a	113,26	a
UN7093	70,33	de	47,66	cd	47,67	d	64,33	cde	69,33	fg	59,86	de
DMS	18,54		33,14		40,83		38,56		13,48		12,88	
Media loc.	82,35	b	66,22	c	65,33	c	85,55	b	93,55	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

Las líneas UN7093, UN6644, UN6653, UN5175, UN5171, ILS3575, ILS3558 presentaron un comportamiento arbustivo para las localidades de Ipiales y Potosí, y crecimiento semiarbustivo para Gualmatán, Puerres y Pupiales (Tabla 3), manifestando así su interacción con el ambiente, es decir, la expresión genotípica diferencial a través de los ambientes (Fox *et al.* 1997). Cultivares con altura de plantas entre 60 y 90 cm se consideran semideterminadas (FENALCE, 2009).

La línea ILS3586 expresó porte bajo para todas las localidades, cumpliendo con la característica de crecimiento determinado planteada por Fenalce (2009) de presentar alturas inferiores a 60 cm.

Las 15 líneas evaluadas fueron identificadas por su comportamiento arbustivo o semiarbustivo en la evaluación preliminar realizada en Obonuco, y fue esta una de las características que permitió su selección para la evaluación en las diferentes localidades en sistemas en surcos y sin tutor. Sin embargo no todas las líneas mostraron su condición de planta arbustiva, existiendo 4 líneas (ILS3555, ILS3556, UN5172 y UN7085) que cambiaron su comportamiento. Lo anterior sugiere que estas líneas presentan genes de

crecimiento indeterminado voluble y que no expresaron tal comportamiento en la evaluación preliminar posiblemente debido a una desadaptación a la condición ambiental de relativa sequía presentada en Obonco.

VPP. En Potosí la línea ILS3586 presentó el mayor número de VPP (37 vainas). UN7085, ILS3556 e ILS3575 no presentaron diferencias significativas entre sí, constituyendo el grupo con mayor VPP con promedios entre 37 y 32,66 vainas (Tabla 4).

En Puerres la línea UN5172 seguida de UN7085, ILS3555, ILS3586, ILS3575 con promedios entre 29,66 y 22,33 vainas, no presentan diferencias significativas entre sí, constituyendo el grupo con mayor VPP, con diferencias significativas respecto a UN5175 e ILS3560 que presentaron promedios inferiores a 15 VPP.

Finalmente en Pupiales la línea UN7085 con 38 vainas sobresalió sobre a las líneas ILS3575, UN5171, ILS3559, ILS3566 que mostraron promedios inferiores a 21 vainas por planta.

Tabla 4. Comparación de promedios de Tukey para la variable VPP de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA GENOTIPO	
	GUALMATÁN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES			
ILS 3555	26,66	a	21,66	a	25,33	bcd	24,00	abc	29,33	ab	25,40	abc
ILS 3556	22,66	a	23,00	a	34,00	ab	21,66	bcd	22,00	ab	24,66	abcd
ILS 3558	19,33	a	14,00	a	29,00	abc	17,00	cdef	28,33	ab	21,53	bcd
ILS 3559	18,33	a	18,33	a	19,00	cd	21,33	bcd	19,33	b	19,26	e
ILS 3560	21,33	a	18,33	a	26,00	bcd	13,00	f	22,66	ab	20,26	cde
ILS 3566	24,66	a	18,00	a	18,00	d	16,33	def	19,00	b	19,20	e
ILS 3575	22,33	a	12,66	a	32,66	ab	22,33	abcd	20,66	b	22,13	bcd
ILS 3586	21,00	a	21,00	a	37,00	a	23,33	abcd	29,66	ab	26,40	ab
UN 5171	20,66	a	16,00	a	18,66	cd	20,00	bcd	19,66	b	19,00	e
UN 5172	18,66	a	15,66	a	25,66	bcd	29,66	a	22,66	ab	22,46	bcd
UN 5175	18,33	a	15,33	a	28,00	abcd	14,66	ef	23,33	ab	19,93	de
UN 6644	18,66	a	16,00	a	25,00	bcd	20,66	bcd	24,00	ab	20,86	cde
UN 6653	19,33	a	14,00	a	18,00	d	20,00	bcd	25,66	ab	19,40	de
UN 7085	24,00	a	18,66	a	34,66	ab	25,66	ab	38,00	a	28,20	a
UN 7093	16,66	a	15,33	a	27,00	abcd	19,33	bcd	26,66	ab	21,00	cde
DMS	16,10		10,69		10,66		7,54		17,06		5,38	
Media loc.	20,84	b	17,20	c	26,53	a	20,60	b	24,73	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

Las líneas UN7085 e ILS3555 que mostraron un alto número de vainas, también presentaron habito de crecimiento indeterminado indicando que estas características influyeron positivamente en su alto rendimiento. Existen trabajos en diferentes especies que muestran la asociación entre altura y rendimiento. Por ejemplo en frijol voluble Kornegay, et al., (1992) indicaron que la selección por rendimiento sin tener en cuenta la altura, termina en selección de las plantas más altas. Por otra parte Dahiya *et al* (2009), encontró

que el mejor indicador de rendimiento fue la variable número de vainas. No obstante en la presente investigación existen líneas como ILS3586 e ILS3556 que aun con alto número de vainas no muestran los mayores rendimientos, indicando que el rendimiento no solo está asociado a esta variable sino que también está afectado por otros componentes (Tabla 4).

PVV. En Gualmatán la línea ILS3558 con 7,4 g por vaina superó significativamente a todos los materiales evaluados que estuvieron por debajo de los 6,37 gramos por vaina (Tabla 5). Las líneas UN5172, UN5175, ILS3560 con promedios entre 6,36 y 6,03 gramos lograron superar al 46% de las líneas evaluadas.

En Ipiiales UN5172 con promedio de 5,36 gramos presentó diferencias con las líneas ILS3560, UN5171, ILS3556, ILS3586 que oscilaron entre 3,86 y 3,43 gramos por vaina (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de promedios de Tukey para el variable PVV en gramos de 15 líneas de arveja (*Pisum Sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA GENOTIPO	
	GUALMATÁN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES			
ILS3555	4,40	fg	4,23	Ab	7,70	abcdef	4,83	a	3,73	cd	4,98	ef
ILS3556	4,63	efg	3,53	B	5,46	G	4,73	a	4,00	cd	4,47	fg
ILS3558	7,40	a	4,63	Ab	9,16	Ab	6,06	a	6,96	a	6,84	a
ILS3559	5,10	ef	4,36	Ab	9,63	A	4,23	a	4,06	cd	5,48	cde
ILS3560	6,03	bcd	3,86	B	6,90	defg	4,46	a	5,46	abcd	5,34	cde
ILS3566	3,80	g	4,30	Ab	8,33	abcde	4,8	a	4,73	bcd	5,19	def
ILS3575	5,43	cde	4,56	Ab	6,63	efg	6,10	a	6,76	ab	5,90	bcd
ILS3586	3,90	g	3,43	B	5,33	G	3,80	a	3,43	d	3,98	g
UN5171	5,43	cde	3,73	B	8,76	abcd	4,30	a	5,60	abcd	5,56	bcde
UN5172	6,36	b	5,36	A	6,10	Fg	6,10	a	7,46	a	6,28	ab
UN5175	6,26	bc	4,30	Ab	9,00	abc	5,16	a	5,50	abcd	6,04	bc
UN6644	4,16	g	4,20	Ab	8,13	abcde	4,96	a	6,76	abc	5,46	cde
UN6653	5,33	ed	4,63	ab	7,10	cdefg	5,73	a	5,56	abcd	5,67	bcde
UN7085	4,56	efg	4,26	ab	7,26	bcdefg	6,16	a	5,76	abc	5,60	bcde
UN7093	5,26	def	4,40	ab	8,20	abcde	6,23	a	5,73	abc	5,96	bcd
DMS	0,91		1,32		1,98		2,56		2,17		0,78	
Media loc.	5,20	b	4,25	c	7,58	A	5,18	b	5,37	b		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

En Potosí ILS3559 con 9,63 g fué superior a ILS3556 e ILS3586 con 5,46 y 5,33 g respectivamente y presentó la media más alta de todas las localidades. Estos resultados pudieron ser causados por la alta cantidad de materia orgánica, elementos de N, P y K contenidos en el suelo (tabla 2). Además presenta un pH cercano al ideal, según Infoagro (2002), el pH de la arveja está entre 6 y 7 siendo intolerable a suelos muy ácidos. También la mayor cantidad de humedad en el suelo pudo contribuir a un incremento en el PVV.

En Pupiales UN5172 e ILS3558 con promedios de 7.46 y 6.96 g superaron al 33% de las líneas evaluadas. ILS3575, UN6644, UN7085, ILS7093, UN5171, UN6653, UN5175, ILS3560 con promedios entre 6,76 y 5,46 g por vaina, no presentaron diferencias significativas entre sí constituyéndose en un grupo intermedio.

De manera general en Pupiales e Ipiiales el mayor peso de vaina verde lo presentó la línea UN5172. En Gualmatán y Pupiales se destacó la línea ILS3558.

LVV. En Gualmatán ILS3558 con 8,73 cm alcanzó un promedio superior al 86% de las líneas evaluadas., UN6653, UN5175 con promedios entre 8,2 y 7,8 cm, superaron a las líneas ILS3559, ILS3556, ILS3586 y ILS3555 las cuales presentaron promedios inferiores a 7 cm (Tabla 6).

Para Ipiiales la línea ILS3558 con una media de 8,76 cm, superó significativamente al resto de las líneas evaluadas que estuvieron por debajo de 7,71 cm. Las líneas UN5172, UN6653, UN5175 y UN6644 con promedios entre 7,70 y 7,5 cm presentaron diferencias con ILS3555 y ILS3556 las cuales mostraron los promedios más bajos para esta variable (Tabla 6).

En Potosí ILS3558, UN5172, UN5175, ILS3559 junto con ILS3558 con promedios entre 8,70 y 7,76 cm mostraron diferencias sobre ILS 3586, ILS3556, UN7085, ILS3575 que oscilaron entre 6,56 y 6,16 cm.

Tabla 6. Comparación de promedios de Tukey para la variable LVV de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA GENOTIPO	
	GUALMATÁN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES			
ILS 3555	6,60	f	6,56	c	6,86	cde	7,60	abc	6,60	c	6,84	gh
ILS 3556	6,76	ef	6,50	c	6,53	de	6,80	bc	6,80	bc	6,68	h
ILS 3558	8,73	a	8,76	a	8,70	a	7,30	abc	8,23	a	8,34	a
ILS 3559	6,90	def	7,03	bc	7,76	abc	7,23	abc	7,53	abc	7,29	defg
ILS 3560	7,46	bcd	7,03	bc	7,13	bcde	7,53	abc	7,53	abc	7,34	cdef
ILS 3566	7,36	cdef	7,40	bc	7,20	bcde	7,43	abc	7,66	abc	7,41	cdef
ILS 3575	7,50	bcd	7,33	bc	6,16	e	7,53	abc	7,70	abc	7,24	defg
ILS 3586	6,73	ef	7,26	bc	6,56	de	7,36	abc	7,26	abc	7,04	fgh
UN 5171	7,33	cdef	7,13	bc	7,30	bcde	6,53	c	8,06	a	7,27	defg
UN 5172	8,23	ab	7,70	b	8,03	ab	8,30	a	8,10	a	8,07	ab
UN 5175	7,80	bc	7,53	b	7,86	abc	7,63	abc	8,13	a	7,79	bc
UN 6644	7,70	bcd	7,50	b	7,46	bcd	7,30	abc	7,93	ab	7,58	cde
UN 6653	7,83	bc	7,53	b	7,06	bcde	7,96	ab	8,00	a	7,68	bcd
UN 7085	7,13	cdef	7,03	bc	6,50	de	7,60	abc	7,36	abc	7,12	efgh
UN 7093	7,43	bdef	7,13	bc	7,53	bcd	7,36	abc	8,06	a	7,50	cde
DMS	0,84		0,91		1,15		1,29		1,16		0,45	
Media loc,	7,43	b	7,29	b	7,24	b	7,43	b	7,66	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

En Puerres la línea UN5172 con una media de 8,30 cm sobresalió sobre las líneas ILS3556 y UN5171 con promedios de 6,80 y 6,53 cm respectivamente. La línea UN6653 con 7.9 cm superó a UN5171 que presentó el menor promedio para esta variable (6.53 cm).

Para Pupiales las líneas ILS3558, UN5175, UN5172, UN5171, UN7093 y UN6653 conforman el grupo más sobresaliente con promedios entre 8,23 y 8 cm sin diferencias significativas entre sí pero con diferencias respecto a las líneas ILS3556 y ILS3555 que obtuvieron 6.80 y 6.60 cm respectivamente.

El tamaño de las vainas es muy variable, pueden ser pequeñas (longitud entre 3 y 4,5 cm), medianas (entre 4,5 y 6 cm), grandes (entre 6 y 10 cm) y muy grandes (entre 10 y 15 cm) (Gonzales, 2001). De acuerdo a esta clasificación ILS3558 y UN5172 presentaron tamaño de vainas grandes en todas las localidades (entre 8,76 y 7,30 cm). Estos genotipos pueden ser de especial interés en un programa de mejoramiento.

GV. En Gualmatán ILS3575 con un promedio de 7,2 GV mostró diferencias significativas con el 40% de las líneas evaluadas. ILS3555 con 6,76 granos se destacó sobre las líneas ILS3566, UN5171, ILS3560, ILS3586 que tuvieron un promedio inferior a 5,61 GV (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de promedios de Tukey para la variable GV de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum L.*) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA	
	GUALMATÁN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES		GENOTIPO	
ILS3555	6,76	ab	5,63	abc	6,10	a	6,60	ab	6,36	a	6,29	a
ILS3556	6,53	abc	5,86	abc	5,70	a	6,00	abcd	5,66	ab	5,95	ab
ILS3558	6,33	abcd	5,06	abc	6,033	a	5,33	abcd	5,80	ab	5,71	abc
ILS3559	6,36	abcd	6,43	a	6,36	a	4,76	cd	6,33	a	6,05	ab
ILS3560	5,33	de	4,66	bc	6,56	a	4,70	d	4,33	bc	5,12	cd
ILS3566	5,60	cde	5,93	abc	5,33	a	6,86	a	5,76	ab	5,90	ab
ILS3575	7,20	a	6,40	a	4,76	a	6,50	abc	6,70	a	6,31	a
ILS3586	4,96	e	4,40	c	4,70	a	5,10	bcd	4,03	c	5,12	d
UN5171	5,53	cde	5,56	abc	5,66	a	4,73	d	5,90	ab	5,48	bc
UN5172	6,00	bcde	5,30	abc	6,26	a	6,20	abcd	5,63	ab	5,88	ab
UN5175	5,90	bcde	5,50	abc	6,00	a	6,26	abcd	5,40	abc	5,81	ab
UN6644	6,36	abcd	5,33	abc	6,33	a	5,93	abcd	6,23	a	6,04	ab
UN6653	6,60	abc	5,93	abc	5,40	a	6,36	abcd	6,30	a	6,12	ab
UN7085	6,36	abcd	6,06	ab	5,43	a	6,20	abcd	6,90	a	6,19	a
UN7093	6,33	abcd	5,60	abc	6,60	a	6,53	ab	6,06	a	6,22	a
DMS	1,14		1,61		2,03		1,75		1,58		0,68	
media loc,	6,14	a	5,58	b	5,81	b	5,87	ab	5,82	ab		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

Para Ipiales las líneas ILS3559 e ILS3575 con promedios de 6,43 y 6,40 GV superaron estadísticamente a ILS3560 e ILS3586 que registraron 4.66 y 4.40 granos respectivamente.

El Puerres sobresalió ILS3566 con 6,86 GV al superar a las líneas ILS3586, ILS3559, UN5171 e ILS3560 que fluctuaron entre 5,10 y 4,70 granos. ILS3555 y UN7093 con 6,60 y 6,53 GV, superaron a ILS3559, UN5171 e ILS3560 que presentaron menos de 5 GV (Tabla 7).

En Pupiales sobresalieron las líneas UN7085, ILS3575, ILS3555, ILS3559, UN6653, ILS3644, UN7093 que fluctuaron entre 6,90 y 6,06 GV, mostrando diferencias frente a ILS3560 e ILS3586 con 4,33 y 4,03 granos respectivamente (Tabla 7).

El número de GV es uno de los componentes de rendimiento más importantes en el mejoramiento de la arveja para el caso de Colombia, donde más de 95% de la producción de arveja se destina al mercado de vaina verde. Lo deseable es un número igual o superior a seis granos por vaina, pero la mejora genética es difícil dado que hay mecanismos de compensación de los componentes del rendimiento, y si se aumentan las semillas por vaina, se puede disminuir el número de vainas por planta y el peso de la semilla (Timerman-Vaughan *et al.*, 2004). Las líneas que presentaron número de GV superior a 6 fueron ILS3575, UN7085 en las localidades de Gualmatán, Ipiales, Puerres y Pupiales, las líneas ILS3555 y UN7093 para Gualmatán, Ipiales, Puerres y Pupiales.

P100GV. En Gualmatán la línea ILS3558 con 56,00 g sobresalió sobre el 40% de las líneas evaluadas. UN5171 y UN3560 con 46,33 y 52,66 g superaron a ILS3555, UN7085 y ILS3566 que fluctuaron entre 35 y 30,67 gramos (Tabla 8).

En Ipiales se destacó ILS3558 con 54 g, superando al 60% de las líneas evaluadas. Por su parte ILS3560, UN6653, UN7093, UN5175 y UN6644 con peso entre 47,33 y 45,33 g no mostraron diferencias significativas entre sí, pero si superaron a UN7085 y ILS3556 (Tabla 8).

En Potosí las líneas ILS3558, ILS3566 e ILS3560 con promedios entre 44 y 40 g, superaron a ILS3556, UN7085 y UN7093. Además UN5172, UN5171 y UN6644 con P100GV entre 39,33 y 38,33 g mostraron promedios superiores a UN7085 y UN7093 (26.33 y 26.00 g) (Tabla 8).

Para Puerres únicamente la línea UN5175 con 53,33 gramos mostró diferencias con ILS3586 que presentó el menor promedio (34.33 gramos).

En Pupiales sobresalieron UN5175 y UN5172 con 58 y 57,33 g mostrando un comportamiento superior frente al 60% de las líneas evaluadas. UN7093, ILS3586 e ILS3566 con un peso entre 41.33 y 42.66 gramos mostraron mayor P100GV que ILS3555 (30.33 gramos) (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de promedios de Tukey para la variable P100GV de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA	
	GUALMATAN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES		GENOTIPO	
ILS3555	35,00	cd	40,00	bc	32,33	abc	35,33	ab	30,33	f	34,60	h
ILS3556	40,33	abcd	34,66	c	28,00	bc	36,00	ab	35,66	ef	34,93	gh
ILS3558	56,00	a	54,00	a	44,00	a	43,33	ab	55,00	ab	50,46	a
ILS3559	38,33	bcd	40,00	bc	34,33	abc	39,66	ab	35,33	ef	37,53	fgh
ILS3560	52,66	ab	47,33	ab	40,00	a	36,66	ab	52,66	ab	45,86	abcd
ILS3566	30,66	d	42,33	bc	42,66	a	38,33	ab	41,33	de	39,06	efgh
ILS3575	43,33	abcd	42,66	bc	35,33	abc	46,66	ab	52,33	abc	44,06	bcde
ILS3586	38,33	bcd	44,00	bc	32,66	abc	34,33	b	41,33	de	38,13	fgh
UN5171	46,33	abcd	38,66	bc	39,00	ab	41,00	ab	46,66	bcd	42,33	cdef
UN5172	48,33	abc	43,33	bc	39,33	ab	38,33	ab	57,33	a	45,33	abcd
UN5175	53,66	ab	45,66	ab	35,33	abc	53,33	a	58,00	a	49,20	ab
UN6644	45,00	abcd	45,33	ab	38,33	ab	52,33	ab	49,00	abcd	46,00	abc
UN6653	47,00	abc	46,00	ab	39,00	ab	40,00	ab	47,66	bcd	43,93	bcde
UN7085	33,66	cd	35,66	c	26,33	c	41,00	ab	43,00	cde	35,93	hg
UN7093	39,33	bcd	46,00	ab	26,00	c	47,33	ab	42,66	de	40,26	defg
DMS	15,69		9,53		11,71		18,98		9,436		5,66	
Media loc,	43,20	b	43,04	b	35,51	c	41,57	b	45,88	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

De manera general, las líneas ILS3558, ILS3560 y UN5175 con medias entre 52, 66 y 58 g presentaron mayor P100GV en las localidades de Gualmatán y Pupiales superando el promedio de 52 gramos de las variedades existentes (Buitrago, *et al.*,2010).

Cabe resaltar que las líneas que mostraron alto número de granos en algunas localidades, entre ellas ILS3575 e ILS3559 se vieron afectadas en el peso de sus granos. Al respecto Adams (1967) afirma que en frijol existe una compensación entre los componentes de rendimiento y a medida que se aumenta el promedio de un carácter se puede reducir el de otro, lo cual dificulta el proceso de mejoramiento.

P100GS. En Gualmatán UN5172 con 24,90 g superó significativamente a los demás genotipos evaluados. Las líneas ILS3566, ILS3575 con 19,36 y 19,26 g superaron al 46% de los materiales evaluados. UN5175 y UN7085 con 17,23 y 16,96 g mostraron diferencias con ILS3558 (13.50 g) (Tabla 9).

En Ipiales UN5172 con un promedio de 26,50 g superó a las demás líneas evaluadas excepto a ILS3560 (24,96 g), que a su vez mostró diferencias sobre el 80 % de las líneas (Tabla 9).

En Potosí ILS3560 y UN5172 con 24,50 y 23,66 gramos se destacaron sobre el 80% de las líneas evaluadas. Las líneas ILS3575 e ILS3566 con promedios de 19,46 y 19,39 gramos fueron superiores a ILS3556, UN5171, ILS3559 y UN7093 que mostraron promedios inferiores a 15 gramos (Tabla 9).

En Puerres UN5172, ILS3560 e ILS3559 con promedios entre 26,66 y 24,13 g no presentaron diferencias estadísticas entre sí y superaron al grupo de UN7085, UN7093, ILS3566, ILS3556, UN6644, ILS3575, ILS3555, UN6653 y UN5171 que presentaron promedios inferiores a 20 g (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de promedios de Tukey para la variable P100GS de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA	
	GUALMATÁN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES		GENOTIPO	
ILS3555	15,23	cde	17,46	cde	16,13	cdef	18,03	cde	15,50	efg	16,47	ef
ILS3556	15,83	cde	17,26	cde	14,83	def	18,53	cde	16,90	cdefg	16,67	def
ILS3558	13,50	e	17,50	cde	16,53	bcdef	21,83	bc	15,26	fg	16,92	def
ILS3559	16,10	bcde	15,76	e	13,60	ef	24,13	ab	14,13	g	16,74	def
ILS3560	16,76	bcde	24,96	ab	24,50	a	24,56	ab	24,30	b	23,02	b
ILS3566	19,36	b	20,06	cd	19,30	bc	18,70	cde	19,66	c	19,42	c
ILS3575	19,26	b	16,90	cde	19,46	bc	18,20	cde	19,16	cd	18,60	c
ILS3586	13,83	de	20,96	bc	18,20	bcd	21,26	bcd	16,86	cdefg	18,22	cd
UN5171	16,10	bcde	18,53	cde	14,50	def	16,33	e	16,43	defg	16,38	ef
UN5172	24,90	a	26,50	a	23,66	a	26,66	a	27,43	a	25,83	a
UN5175	17,23	bc	19,43	cde	20,46	ab	21,56	bc	18,36	cde	19,41	c
UN6644	13,86	de	15,86	de	16,56	bcde	18,46	cde	16,63	defg	16,28	f
UN6653	15,73	cde	17,06	cde	17,00	bcde	16,96	de	16,46	defg	16,64	def
UN7085	16,96	bcd	17,20	cde	16,06	cdef	19,70	cde	19,66	c	17,92	cde
UN7093	15,46	cde	15,93	de	12,43	f	19,13	cde	17,16	cdef	16,02	f
DMS	3,34		4,25		4,10		4,41		2,99		1,60	
Media loc,	16,67	d	18,76	b	17,55	c	20,27	a	18,26	bc		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

En Pupiales UN5172 con 27,43 g fue la de mayor promedio con diferencias significativas sobre las demás líneas evaluadas que oscilaron entre 24,34 y 14,13 g (Tabla 9).

En general la línea UN5172 fué estadísticamente superior a los demás genotipos en todas las localidades estudiadas, sin embargo no superó el promedio de las variedades existentes que según (Buitrago, *et al.*, 2010) es de 35 g. El peso de 100 semillas varía entre 13 g y más de 30 g. Esta característica no es fija para una determinada variedad, existiendo una gran influencia ambiental (Gonzales, 2001).

RTOVV. En Potosí ILS3558 con un promedio de 5352.3 kg ha⁻¹ superó al 33% de las líneas evaluadas. ILS3560 con 4780,3 kg ha⁻¹ se destacó sobre UN6653 que presentó un promedio de 2622 kg ha⁻¹ (Tabla 10).

El Puerres UN7085 con un promedio de 5668,7 kg ha⁻¹ manifestó mejor rendimiento frente al el 33% de las líneas evaluadas. La línea ILS3575, con 5281 kg-ha⁻¹ mostró diferencias con ILS3558 e ILS3560 que presentaron promedios inferiores a 3030 kg ha⁻¹ (Tabla 10).

En Pupiales UN7085 con promedio de 7978 kg ha⁻¹ sobresalió sobre las líneas UN5171, ILS3560, ILS3586, ILS3566, ILS3559, ILS3560, que presentaron promedios inferiores a 3800 kg ha⁻¹ (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de promedios de Tukey para la variable RTOVV en kg ha⁻¹ en la evaluación agronómica de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD										MEDIA	
	GUALMATAN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUPIALES		GENOTIPO	
ILS3555	4285,7	a	3395,3	a	3408,0	abc	4791,7	abc	4816	ab	4139,3	abc
ILS3556	4163,0	a	3239,0	a	3802,3	abc	3846,0	abcd	3007	b	3611,5	abc
ILS3558	4747,7	a	2700,3	a	5352,3	a	3022,7	cd	6392	ab	4442,9	ab
ILS3559	3127,7	a	3275,0	a	2855,7	bc	3277,3	bcd	3043	b	3115,7	c
ILS3560	4220,0	a	2838,7	a	4780,3	ab	1910,7	d	3600	b	3469,9	bc
ILS3566	3053,3	a	3155,3	a	2840,7	bc	3292,0	bcd	3063	b	3080,9	c
ILS3575	4824,3	a	2388,3	a	3792,0	abc	5281,0	ab	5086	ab	4274,4	abc
ILS3586	2849,3	a	2825,3	a	3795,3	abc	4022,0	abcd	3440	b	3386,3	bc
UN5171	3690,3	a	2402,0	a	2844,3	bc	3313,7	bcd	3700	b	3190,1	c
UN5172	3739,3	a	2525,3	a	4396,7	abc	5233,3	abc	5101	ab	4199,1	abc
UN5175	4019,3	a	2660,7	a	4127,3	abc	3935,3	abcd	5107	ab	3969,9	abc
UN6644	3656,7	a	2688,0	a	4182,3	abc	5058,7	abc	5082	ab	4133,5	abc
UN6653	4182,3	a	2747,3	a	2622,0	c	4388,3	abc	5323	ab	3852,5	abc
UN7085	3610,0	a	2801,7	a	3444,3	abc	5668,7	a	7978	a	4700,5	a
UN7093	2860,7	a	2757,0	a	3222,3	bc	5065,0	abc	4678	ab	3716,7	abc
DMS	3195,2		2299,7		2057,8		2230,4		4154,4		1207	
Media loc.	3802,0	b	2826,6	c	3697,7	b	4140,4	ab	4627,6	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

Las líneas que presentaron medias de RTOVV por encima del promedio nacional en vaina verde de 3800 kg ha⁻¹ reportado por FENALCE (2009), fueron UN5172, ILS3555, UN7085 para Puerres, Pupiales. Estas líneas presentan habito de crecimiento indeterminado, lo que incide en mayor número de nudos iniciados desde la primera floración hasta la senescencia del ápice del tallo, que es un factor primordial en la determinación del alto rendimiento (Pate, 1975), sin embargo UN6644, UN5175 en Potosí, Puerres y Pupiales, ILS3558 en Potosí y Pupiales e ILS3575 Y UN6653 en Puerres y Pupiales también presentaron medias superiores al promedio nacional a pesar de su habito de crecimiento semiarbusativo y arbusativo para

algunas localidades (Tabla 10). De acuerdo con (Vargas, 1993) el rendimiento está relacionado con el producto de la interacción entre el genotipo y el ambiente, que se manifiesta a través de procesos fisiológicos.

RTOGS. En Gualmatán la línea ILS3575 con una media de 2146.3 kg ha⁻¹ superó a ILS3586 que mostró un promedio de 991.0 kg ha⁻¹. Las líneas UN5172, ILS3555, UN7085, ILS3566, ILS3556, UN6653, ILS3560, ILS3559, UN5175, UN5171, UN6644, UN7093 e ILS3558 con promedios entre 1935.7 y 1131.7 kg ha⁻¹ fueron intermedios sin diferencias significativas entre sí (Tabla 11).

En Potosí sobresalió la línea ILS3560 con 2913.3 kg ha⁻¹ presentando un promedio superior al 40% de las líneas evaluadas. La línea UN5172 con una media de 2649.7 kg ha⁻¹ fue superior a ILS3566, ILS3559, UN6653, UN5171 que mostraron un promedio por debajo de 1300 kg ha⁻¹ (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación de promedios de Tukey para la variable RTOGS en kg ha⁻¹, en la evaluación agronómica de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum L.*) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	LOCALIDAD						MEDIA					
	GUALMATAN		IPIALES		POTOSÍ		PUERRES		PUIPALES		GENOTIPO	
ILS3555	1928,7	ab	1527,7	a	1733,7	bcd	2438,0	bc	2495,0	ab	2024,6	abc
ILS3556	1623,3	ab	1619,7	a	2012,0	abcd	1984,0	bc	1453,7	b	1738,5	cd
ILS3558	1131,7	ab	862,0	a	2031,0	abcd	1500,7	c	1755,3	b	1456,1	de
ILS3559	1301,3	ab	1289,0	a	1147,0	d	2023,3	bc	1198,7	b	1391,9	de
ILS3560	1332,7	ab	1522,3	a	2913,3	a	1290,7	c	1654,7	b	1742,7	cd
ILS3566	1777,3	ab	1475,0	a	1284,3	cd	1616,7	bc	1459,0	b	1522,5	cde
ILS3575	2146,3	a	949,3	a	2099,7	abcd	2051,7	bc	1842,3	b	1817,9	bcd
ILS3586	991,0	b	1342,7	a	2196,0	abcd	2491,3	bc	1394,0	b	1683,0	cde
UN5171	1281,3	ab	1146,3	a	1056,7	d	1324,0	c	1304,0	b	1222,5	e
UN5172	1935,7	ab	1576,7	a	2649,7	ab	3795,0	a	2423,7	ab	2476,1	a
UN5175	1293,7	ab	1135,7	a	2385,0	abc	1595,3	bc	1611,3	b	1604,2	cde
UN6644	1142,7	ab	932,3	a	1799,3	abcd	1798,3	bc	1727,7	b	1480,1	de
UN6653	1389,0	ab	972,3	a	1128,3	d	1843,7	bc	1835,3	b	1433,7	de
UN7085	1791,3	ab	1372,3	a	2104,3	abcd	2740,3	ab	3600,7	a	2321,8	ab
UN7093	1134,7	ab	948,3	a	1538,3	bcd	2046,3	bc	1888,7	b	1511,3	de
DMS	1036,7		1036,7		1149,6		1229,9		1580,1		509,58	
Media loc.	1480,04	b	1244,78	b	1871,9	a	2035,9	a	1842,9	a		

Letras con la misma media no difieren estadísticamente

En Puerres la línea UN5172 con 3795 kg ha⁻¹ superó a ILS3586, ILS3555, ILS3575, UN7093, ILS3559, ILS3556, UN6653, UN6644, ILS3566 y UN5175 que no presentaron diferencias significativas entre sí con un promedio que fluctuó entre 2491,3 y 1595,3 kg ha⁻¹. UN7085 con 2740,3 kg ha⁻¹ sobresalió respecto a las líneas ILS3558, UN5171 e ILS3560 que fluctuaron entre 1500,7 y 1290,7 kg ha⁻¹ (Tabla 13).

Finalmente en Pupiales UN7085 con 3600.7 fue superior al 80% de las líneas evaluadas. ILS3555 y UN5172 fueron líneas intermedias con promedios de 2495,0 y 2423,7 kg ha⁻¹. Las demás líneas (12) presentaron promedios por debajo de 1900 kg ha⁻¹ (Tabla 13).

Las líneas UN7085, UN5172, ILS3556 y ILS3555 de condición voluble obtuvieron los mejores rendimientos de grano seco en todas las localidades con promedios entre 1700 y 2400 Kg ha⁻¹ superando el promedio nacional de 1600 Kg ha⁻¹ (Buitrago, 2006).

La línea ILS3586 de condición arbustiva en todas las localidades y con promedios entre 991 y 2491,3 Kg ha⁻¹ presenta un rendimiento de grano seco por debajo del promedio de las variedades arbustivas obtenidas en Chile, solara y Brisca-INIA que presenta rendimientos en grano seco de 4720 y 4570 Kg ha⁻¹ respectivamente (Mera, *et al.*, 1996)

Análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica de Eberhart y Russell para RTOVV.

Los materiales ILS3575, ILS3555, UN5172, UN6644, UN5175, UN6653, ILS3558 y UN7085 con rendimientos promedios de 4274, 4139, 4198, 4133, 3969, 3852, 4442, 4700, kg ha⁻¹ están por encima de la media general que fue de 3818,88 kg ha⁻¹. Por el contrario las líneas UN7093, ILS3586, UN5171, ILS3556, ILS3559, ILS3566 e ILS3560 con rendimientos promedios de 3716, 3386, 3189, 3611, 3115, 3080 y 3469 kg ha⁻¹ no superaron la media general (Tabla 12).

Tabla 12. Parámetros de adaptabilidad y estabilidad para RTOVV en la evaluación de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	ADAPTABILIDAD			ESTABILIDAD	
	Media	Beta	Probab (%)	Sd	Probab(%)
ILS3575	4274	1,65 ns	11,63	19699 ns	36,63
ILS3555	4139	0,90 ns	80,64	-115749 ns	100
UN5172	4198	1,54 ns	19,4	-50225 ns	100,0
UN6644	4133	1,42 ns	31,27	-133969 ns	100,0
UN5175	3969	1,24 ns	56,49	-201658 ns	100,0
UN6653	3852	1,48 ns	24,98	174663 ns	19,89
UN7093	3716	1,27 ns	52,009	291802 ns	12,35
ILS3586	3386	0,43 ns	17,36	-23512 ns	100,0
UN5171	3189	0,72 ns	51,23	-188219 ns	100,0
ILS3558	4442	1,55 ns	18,15	1534616 **	0,06
ILS3556	3611	-0,04 *	1,29	-6695 ns	100
ILS3559	3115	-0,07 *	1,052	-267249 ns	100
ILS3566	3080	0,005 *	1,75	-269082 ns	100
UN7085	4700	2,85 **	0,003	936190 **	0,83
ILS3560	3469	0,03 *	2,08	1403381 **	0,11

Los resultados indican que las líneas ILS3575, ILS3555, UN5172, UN6644, UN5175, UN6653, UN7093, ILS3586, UN5171 presentaron un $\beta = 1$ y una $S_d = 0$ considerados como los materiales con mayor estabilidad y que mejor se adaptaron a las diferentes condiciones ambientales (Tabla 12).

De acuerdo con Vencovsky y BARRIGA (1992), un cultivar ideal es aquel que además de cumplir con los parámetros genéticos de $\beta = 1$ y la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d = 0$, presenta un rendimiento por encima de la media general, lo anterior se cumplió para las líneas ILS3555 de crecimiento indeterminado y ILS3575, UN5172, UN6644, UN5175 y UN6653 de hábito de crecimiento semideterminado (Tabla 12).

ILS3558 con 4442 kg ha⁻¹, tuvo un $\beta = 1$ que indica que fue adaptable a las condiciones ambientales de las distintas localidades, sin embargo la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d$ fue significativamente mayor de cero ($\delta^2 d \neq 0$) lo cual significa que el comportamiento de esta línea será impredecible (Tabla 12).

Las líneas ILS3556, ILS3559, ILS3566 presentaron β inferior a 1 ($\beta < 1$) y una varianza de los desvíos de regresión $S_d = 0$ que indica que dichas líneas tienen mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir son menos exigentes, por ende estos genotipos pueden ser muy apropiados para ambientes de inferior calidad, adicionalmente indica que estas tres líneas no tienen respuesta positiva al mejoramiento de las condiciones ambientales y posiblemente tengan mayor estabilidad biológica que agronómica (Tabla 12).

La estabilidad biológica, es poco útil en la agricultura, puesto que los productores demandan cultivares que presenten rendimientos consistentes a través de los ambientes, pero que a la vez respondan favorablemente a las mejoras ambientales (estabilidad agronómica), es decir, cultivares que expresen mejores niveles de productividad bajo cualquier condición ambiental (García et al., 2009).

La línea UN7085 presentó un $\beta > 1$ y una $S_d > 0$ lo que indica que es un genotipo que presenta mayor respuesta en ambientes favorables, pero es impredecible (Tabla 12).

La línea ILS3560 presentó un $\beta < 1$ y una $S_d > 0$ que sugiere que dicho cultivar tiene mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir es menos exigente, por ende este genotipo puede ser muy apropiado para ambientes de inferior calidad, sin embargo es poco predecible (Tabla 12).

Análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica de Eberhart y Russell para RTOGS

Las líneas ILS3555, ILS3556, ILS3560, UN7093, UN6644, ILS3558, UN6653, ILS3559 presentaron un $\beta = 1$ y una $S_d = 0$ que indica que son genotipos con alta estabilidad para adaptarse a diferentes ambientes. Sin

embargo dentro de este grupo se destacan las líneas ILS3555, ILS3556, de altura indeterminada, ILS3560 de altura semideterminada por presentar una media entre 2024 y 1738 kg ha⁻¹ superior a la media general que de 1695,12 kg ha⁻¹ (tabla 13).

La línea ILS3575, ILS3586, UN5175 con un promedios de 1817,1682, 1603kg ha⁻¹ presentaron un $\beta = 1$ que indica que se adaptan a las condiciones ambientales de las distintas localidades, sin embargo la varianza de los desvíos de la regresión $\delta^2 d$ fue significativamente mayor de cero ($\delta^2 d \neq 0$) sugiriendo que estos genotipos tendrán buena respuesta en todos los ambientes pero serán impredecibles. De acuerdo con lo mencionado por Quistial y Chávez (2010), la condición adaptable dada por el $\beta = 1$, significa que el genotipo es sensible al mejoramiento de la condición ambiental. No obstante la $\delta^2 d \neq 0$ sugiere que las líneas antes mencionadas no modifican su comportamiento de forma previsible (tabla 13).

Tabla 13. Parámetros de adaptabilidad y estabilidad para RTOGS en la evaluación de 15 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del Departamento de Nariño

GENOTIPO	ADAPTABILIDAD			ESTABILIDAD	
	Media	Beta B=1	Probab (%)	S ² d=0	Probab (%)
ILS3555	2024	0,96ns	91,96	60407ns	10,17
ILS3560	1742	0,54 ns	20,47	504318ns	0
ILS3556	1738	0,40 ns	9,59	4329ns	35,99
UN7093	1510	1,38ns	29,39	-24088ns	100
UN6644	1479	1,24 ns	50,57	-44403ns	100
ILS3558	1455	1,19 ns	60,39	41204ns	15,82
UN6653	1433	0,86 ns	71,17	53376ns	11,97
ILS3559	1391	0,49 ns	16,38	82309ns	6,11
ILS3575	1817	1,08ns	81,18	113934*	2,9
ILS3586	1682	1,49 ns	16,77	165042**	0,87
UN5175	1603	0,98 ns	97,6	117788*	2,65
ILS3566	1522	-0,12**	0,23	-11128ns	100
UN5171	1222	0,09 *	1,26	-37681ns	100
UN5172	2475	2,37**	0,028	116704*	2,72
UN7085	2321	1,99**	0,65	403591**	0,0032

Las líneas ILS3566, UN5171 presentaron un β inferior a 1 ($\beta < 1$) y una varianza de los desvíos de regresión $Sd = 0$ que sugiere que dichos genotipos tienen mejor respuesta en ambientes desfavorables, es decir son menos exigentes, por ende estos pueden ser muy apropiados para ambientes de inferior calidad (tabla 13).

La línea UN5172, UN7085 presentó un $\beta > 1$ y una $Sd > 0$ indicando que estos genotipos presentan mejor respuesta en ambientes favorables, pero son poco predecibles (tabla 13).

CONCLUSIONES

Las líneas ILS3555, ILS3556, UN7085, UN5172 presentaron hábito de crecimiento indeterminado, esta condición le da características favorables, como el alto rendimiento y el tipo de grano, pero pueden revelar dificultades de manejo e incremento de costos del cultivo ya que requieren uso de tutores. UN7093, UN6644, UN6653, UN5175, UN5171, ILS3575, ILS3558 presentaron un comportamiento arbustivo para las localidades de Ipiales y Potosí, y crecimiento semideterminado para Gualmatán, Puerres y Pupiales. La línea ILS3586 presentó hábito de crecimiento arbustivo que facilita su manejo evitando el uso de tutorado, reduciendo así los costos de producción

ILS3555 de crecimiento indeterminado y las líneas ILS3575, UN5172, UN6644, UN5175 y UN6653 de hábito de crecimiento semideterminado además de presentar adaptabilidad fenotípica a través de las cinco localidades mostraron un rendimiento en grano verde entre 4274 kg ha⁻¹ y 3969 kg ha⁻¹, superior a la media general. Las líneas ILS3555, ILS3556, de altura indeterminada, ILS3560 de altura semideterminada se destacaron por presentar rendimiento en grano seco superior a la media general.

Las líneas ILS3558 y UN5175 (crecimiento semideterminado) se destacaron en componentes de rendimiento como mayor peso de 100 granos verde, alto número de granos por vaina y alto peso de vaina verde lo que permite ser tenidas en cuenta en programas de mejoramiento. Las líneas UN5175, UN6644 (crecimiento semideterminado) y UN7085, ILS3575, ILS3586, UN5172 (crecimiento indeterminado), pueden ser recomendadas como promisorias para continuar su proceso de mejoramiento genético dadas sus características de alto rendimiento y determinar así cuales genotipos pueden proponerse como nuevas variedades mejoradas para las zonas productoras del sur del departamento de Nariño.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento al Dr. Oscar Checa por su apoyo académico y científico, al Dr. Néstor Angulo y al Dr. Tulio Cesar Lagos por su acompañamiento y al Ministerio de Agricultura por la cofinanciación del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

ADAMS, M.W.1967. Basic of yeild component compensation in crop plants with especial reference tho the field vean, *Phaseolus vulgaris*. September-october. Cropsuence. Vol. 7: 505-510.

Agronet, 2009. Encuesta Nacional Agropecuaria. <http://www.agronet.gov.co/>; consulta: julio de 20011.

BUITRAGO E., J. Y., Duarte P., C. J., y Sarmiento, A. 2006. El cultivo de la arveja en Colombia. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas- FENALCE y Fondo Nacional Cerealista. Ed. Produmedios. Bogotá. Colombia. Pp. 83

CCI, 2009. Encuesta Nacional Agropecuaria. Corporación Colombia Internacional – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://www.cci.org.co/>; consulta: julio de 2011.

CEBALLOS, H. 2008. Evaluación de métodos para el análisis de estabilidad en diferentes ambientes en genotipos de yuca (*Manihotesculenta Crantz*). Universidad Nacional Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2004. p. 38.

CHECA, O. 1994. La arveja y sus sistemas de cultivo Corpoica-ICA-Fenalce. Boletín divulgativo No 104-Produmedios Pasto.

DAHIYA, Brar and BAJAJ. 2009. Regressions, correlations and combining ability of some quantitative characters in peas (*Pisum sativum* L.).

EBERHART, S. and RUSSELL, W. 1966. Stability Parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6: 36-40.

FENALCE. 2009. El cultivo de la Arveja, historia e importancia. Publicación 32. Mayo junio 2010. <http://www.fenalce.org/>; consulta: junio de 2011

FENALCE. 2010. Arveja *Pisum Sativum* L. <http://www.fenalce.org/>; consulta: agosto de 2011.

FOX, P.N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I., (1997). Multi-environment testing and genotype x environment interaction. En: Statistical Methods for Plant Variety Evaluation. R.A. Kempton, P.N. Fox (eds.), Chapman y Hall, London, pp. 117-137.

GARCÍA, P.; CABRERA, S.; PÉREZ, A.; SILVA, R.; ÁLVAREZ, R.; MARÍN, C.; MONASTERIO P. Y SANTELLA M. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de cultivares de maíz de endospermo normal y qpm en zonas agroecológicas de Venezuela.

GONZALES, M. 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L). Tesis de doctorado, universidad de Valladolid, facultad de ingenierías agrarias. 307 p.

INFOAGRO, 2002. Cultivo y manejo de arveja. <http://www.abcagro.com>; consulta: junio de 20011.

KORNEGEY, J. WHITE, J.W y ORTIZ DE LA CRUZ, O. 1992. Grow habit and gene pool effect on inheritance of yield in common bean. *Euphytica* 62:171-180.

LOPEZ, J. y LIGARRETO, G. 2006. Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia. *Agronomía colombiana*. Universidad Nacional, Bogotá.

MERA, M.; Levío J.; Alcalde J.; Morales, M. y Galdames R. Brisca-INIA, Primera variedad de arveja áfila obtenida en Chile. <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR21641.pdf>

PACHECO C., VERGARA M. Y LIGARRETO G. 2011. Clasificación de 42 Líneas Mejoradas de Arveja (*Pisum sativum* L.) por Caracteres Morfológicos y Comportamiento Agronómico. Universidad Nacional. Bogotá.

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

PATE, J.S. (1975). Pea. En: *Crop Physiology*. L.T. Evans, University Press, Cambridge. 374 p.

QUISTIAL, A. y CHAVES, D. 2010. Evaluación Agronómica de 20 Líneas de Arveja Voluble (*Pisum sativum* L.) En Cinco Municipios Del Sur Del Departamento De Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencia Agrícolas. 26p.

SAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA, G. 1999. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto, Produmedios. 98p.

Timerman-Vaughan, G., A. Mills, T. Frew, R. Butler, J. Mccallum, S. Murray, C. Whitfield, A. Rusell y D. Wilson. 2004. Linkage mapping of QTLs for seed yield, yield components and developmental traits in pea (*Pisum sativum* L.). En: 4th Intl. Crop Sci. Congr. Brisbane, Australia.

VARGAS, G. 1993. Efecto de la densidad de la población en la plasticidad fenotípica del frijol arbustivo determinado (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de maestría. Facultad de agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 130 p.

VENCOVSKY, R y BARRIGA, P. 1992. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética.