

**EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN LÍNEAS DE ARVEJA  
VOLUBLE CON GEN AFILA EN OBONUCO**

**KEVIN FAREY PATIÑO JOJOA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
PASTO-COLOMBIA  
2018**

**EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN LÍNEAS DE ARVEJA  
VOLUBLE CON GEN AFILA EN OBONUCO**

**KEVIN FAREY PATIÑO JOJOA**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo**

**Presidente de tesis**

**OSCAR EDUARDO CHECA CORAL I.A. M.Sc, Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
PASTO-COLOMBIA  
2018**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del acuerdo no. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el honorable concejo directivo de la universidad de nariño.

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**San Juan de Pasto, Mayo de 2018.**

## **EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN LÍNEAS DE ARVEJA VOLUBLE CON GEN AFILA EN OBONUCO**

### **EVALUATION OF DENSITIES OF SOWING IN LINES CLIMBING PEA WITH AFILA GENE IN OBONUCO**

Kevin Patiño J.<sup>1</sup>; Oscar Checa C.<sup>2</sup>

1. Estudiante de pregrado, Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño. Grupo de Investigación en Cultivos Andinos- GRICAND, Pasto, Colombia, 17kevin1@gmail.com
2. Profesor Asociado I.A. Ph. D. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Nariño. Grupo de Investigación en Cultivos Andinos- GRICAND., Pasto, Colombia, ocheca@udenar.edu.com

#### **RESUMEN**

Las líneas de arveja con gen afila que han reemplazado las hojas por zarcillos presentan una arquitectura de planta menos agresiva y por lo tanto la presente investigación pretende evaluar el efecto de una mayor densidad de siembra sobre los indicadores de precocidad y componentes de rendimiento en líneas promisorias de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) con gen afila. La investigación se realizó en el Centro de Investigación Obonuco, Pasto – Colombia. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. En este caso la parcela principal correspondió a cada una de las cuatro líneas promisorias de arveja voluble con gen afila y un testigo comercial que correspondió a la variedad Andina. Las sub-parcelas fueron 4 densidades de siembra así: 80.000, 100.000, 160.000 y 200.000 plantas/ha. Además se realizó un análisis económico a través del método de presupuesto parcial de Hernández. Se encontró que la línea L23 tuvo los mejores rendimientos con la densidad de 200.000 plantas, mientras que la variedad regional Andina y L27 no mostraron respuesta en rendimiento cuando se incrementó la densidad de siembra. Los componentes de rendimiento correspondientes a número de vainas por planta y peso de vaina con grano, fueron afectados negativamente por las mayores densidades de siembra. No se observó un efecto significativo de las densidades de siembra evaluadas sobre las variables días a floración, días a cosecha en vaina verde, número de granos por vaina, peso de granos por vaina y relación grano vaina.

**Palabras clave:** Población, líneas promisorias, crecimiento indeterminado, zarcillos, componentes de rendimiento.

## ABSTRACT

The lines of pea with afila gene that have replaced the leaves by tendrils present a less aggressive plant architecture and therefore the present research intends to evaluate the effect of a greater density of sowing on the earliness indicators and the yield components of lines climbing pea (*Pisum sativum* L.) with afila gene. The investigation was carried out at research center Obonuco, Pasto – Colombia. A split plot arrangement under a complete randomized blocks design was used, with three replicates. In this case the main plots corresponded to each of the four promising lines climbing pea with afila gene and a commercial control corresponding to the Andina variety. The sub-plots were four densities sowing: 80.000, 100.000, 160.000 y 200.000 plants\* ha<sup>-1</sup>. In addition, an economic analysis was performed through the Hernández partial budget method. Line L23 was found to have the best yields at the density of 200,000 plants, while the Andean regional variety and L27 showed no response in yield when the density of sowing was increased. The yield components corresponding to number of pods per plant (NVP) and weight green pod (PVCG) were negatively affected by the higher densities sowing. No significant effect of the densities sowing evaluated on the variables days at flowering and days at harvest in green pod, number of green grains per pod, weight of green grain per pod and grain pod ratio were observed.

**Key words:** Densities sowing, promising lines, indeterminate growth, tendrils, yield components.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	8
MATERIALES Y METODOS.....	10
<b>Localización.</b> .....	10
<b>Diseño experimental.</b> .....	10
Variables evaluadas .....	12
Análisis Estadístico .....	12
Análisis Económico .....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
<b>Días a floración (DAF).</b> .....	15
<b>Días a cosecha en verde (DCV).</b> .....	16
<b>Peso de vaina con grano (PVCG).</b> .....	16
Peso de grano por vaina (PGV).....	17
Número de vainas por planta (NVP).....	17
Peso de vaina con grano (PVCG).....	18
Peso de grano por vaina (PGV).....	19
Número de granos por vaina (NGV) .....	19
Relación grano vaina (RGV).....	19
Rendimiento en vaina verde (RTOV). .....	20
Análisis Económico de Presupuesto Parcial.....	22
Costos variables. ....	22
Rendimiento .....	23
Precio de la arveja cosechada.....	23
Análisis de dominancia.....	25
Tasa de Retorno Marginal (TRM).....	25
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## INTRODUCCIÓN

El gen “leaf” o afila (af) (Blixt, 1972) es un gen mutante que conduce a la expresión fenotípica solamente si se presenta en combinación homocigótica recesiva (afaf) (Pantoja, Muñoz y Checa, 2014). En arveja se expresa con la transformación de hojas por zarcillos (Kujala, 1953; Goldenberg, 1965; Prohens y Nuez, 2007; Singh *et al.*, 2013), reduciendo así el área foliar, pero otorgando a la planta una mayor capacidad de mantenerse erguidas (Wang *et al.*, 2003). No obstante algunos investigadores sugieren que este carácter conduce a reducir el rendimiento como consecuencia de la reducción del área fotosintética de las plantas, pero investigaciones más profundas sostienen que el rendimiento no depende de un solo gen, sino de un conjunto amplio de genes por lo tanto mediante selección es posible encontrar plantas que teniendo el gen afila presenten también altos componentes de rendimiento (Mera, 1989). Cualquier reducción del rendimiento se puede atribuir al trasfondo genético de los progenitores que son utilizados en el cruzamiento (Lafond, Ali-Khan y Evans, 1981). Como cualquier carácter monogénico recesivo, el método de retrocruzamiento permite introducir dicho gen en las variedades comerciales.

Gracias a su follaje con gen afila, las plantas resisten el volcamiento temprano que afecta las variedades de follaje convencional (Mera *et al.*, 2007), reducen los residuos de trilla con lo cual se consigue granos más limpios, además las plantas tienen mayor capacidad de agarre al tutor haciendo que los sistemas de tutorado requieran menos fibra para el amarre de las plantas, y no haya la necesidad de volver a tutorar cuando las fibras se rompan por el peso de la planta al cargar disminuyendo con esto los costos de producción. La ausencia del volcamiento temprano es importante porque mantiene la aireación (Giacconi, 2004), lo cual favorece la sanidad del follaje reduciendo la incidencia de enfermedades foliares (Mera *et al.*, 1996), cuando se acerca la madurez, el secado del cultivo es más rápido y uniforme; además, estas variedades tienden a incrementar su productividad respecto a las variedades no afilas (Kielpinski y Blixt, 1982; Jannink *et al.*, y Mera *et al.*, 1996; Mihailovic, 2008) y a ser más eficientes en el uso del agua puesto que hay menos pérdida por transpiración al tener menos superficie foliar, haciéndolas más tolerantes a la sequía (Cousin *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1994). Lo anterior produce un impacto económico importante al reducir los



costos de producción en al menos un 25%, aumentar el rendimiento, haciendo al cultivo más competitivo.

En el mundo se han reportado varios lanzamientos de variedades de arveja con gen afila, en diferentes años, entre las cuales se encuentran Solara 1986, Alex y Choque 1989, Amadeus 1992, Charleston y Astuceen 1993 (Mera *et al.*, 1998), Rampart y Stampede 1990 (Department of Horticultural Science, 1999), Brisca-INIA 1996 (Mera *et al.*, 1996), Golijat 2001 y (Djordjevic *et al.*, 2001).

Según Mera (1996), la arveja afila, al tener menor área foliar en comparación con las variedades de follaje convencional, puede sembrarse con una densidad mayor que le permita competir mejor con las malezas. La densidad de siembra es un factor determinante en el rendimiento de la arveja. A medida que aumenta la densidad, las plantas son individualmente menos productivas por la competencia, sin embargo la producción por superficie aumenta.

No hay reportes de variedades con gen afila para Colombia. Es por ello que encontrar genotipos promisorios de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) con gen afila que logren igualar o superar los rendimientos de las variedades de mayor uso en la región, puede ser una alternativa productiva, que permita reducir el volcamiento de las plantas y disminuir los costos por tutorado, mejorando la competitividad del cultivo. Además es necesario averiguar la densidad de siembra óptima en arveja con gen afila que garantice su mayor capacidad productiva. El grupo de investigación en Cultivos Andinos de la Universidad de Nariño cuenta con genotipos promisorios de arveja voluble con gen afila las cuales presentan una arquitectura de planta menos agresiva; por lo tanto la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el periodo vegetativo, el rendimiento y sus componentes en cuatro líneas promisorias de arveja voluble con gen afila en el municipio de Pasto. Además se determinó la viabilidad económica de los tratamientos evaluados.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El proyecto se desarrolló entre los meses de abril a agosto de 2017 en el Centro de Investigación Obonuco perteneciente a la Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria (CORPOICA), ubicado a 5 kilómetros del municipio de San Juan de Pasto, departamento de Nariño entre 1°06'31.7"LN y 77°12'15.7"LO de longitud, a una altura de 2710 msnm, con una temperatura promedio de 12°C, precipitación promedio anual de 840 mm. La formación ecológica del Corregimiento ha sido clasificada como Bosque Húmedo Montano Bajo o Bosque de niebla. Sus suelos Vitric Haplustands son fértiles (IGAC, 2004).

**Diseño experimental.** Se estableció un diseño de Bloques Completos al Alzar con arreglo en parcelas divididas con 20 tratamientos y tres repeticiones. La parcela principal correspondió a cada una de las cuatro líneas afila promisorias y un testigo comercial que fue la variedad Andina (Tabla 1). Las sub-parcelas fueron las densidades de siembra (Tabla 2).

El material a evaluar correspondió a cuatro líneas promisorias de arveja voluble (*P. sativum* L.) con gen afila (Tabla 1), procedentes de la colección de trabajo del Grupo de Investigación en Cultivos Andinos GRICAND de la Universidad de Nariño.

**Tabla 1.** Identificación y características de las líneas de arveja voluble con gen afila evaluadas y la variedad andina.

Genealogía	Color y tipo de grano	Peso de 100 granos (g)
L14 (SxILS3568 RC2 F5 L31)	Verde liso	35
L23 (SIxD RC1 F5 L83 Si P1)	Verde liso	37
L27 (AxD RC2 F5 L5 Si P2)	Verde liso	35
L29 (SxD RC1 F5 L45 Si P1)	Verde liso	38
Andina	Verde liso	39

**Tabla 2.** Distancias y densidades de siembra evaluadas.

Densidades	Distancia		Plantas. Ha <sup>-1</sup>
	Entre surcos (m)	Entre plantas (cm)	
D1	1,2	10	80.000
D2	1,0	10	100.000
D3	1,2	5	160.000
D4	1,0	5	200.000

El área del ensayo fue de 1750 m<sup>2</sup>. El tamaño de la unidad experimental fue de tres surcos de 5 metros de largo y cambio de acuerdo con la distancia entre surcos. Para la distancia entre surcos de 1.20 metros (densidades uno y tres), el área de la unidad experimental fue de 18 m<sup>2</sup>, mientras que para la distancia entre surcos de un metro (densidades dos y cuatro), el área de la unidad experimental fue de 15 m<sup>2</sup>. La parcela útil correspondió a la unidad experimental. Al considerar que en la siembra de surcos contiguos no hay efecto de bordes salvo en el primer y último surco junto a los cuales se sembró dos surcos adicionales de una variedad comercial para evitar dicho efecto.

Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \beta_j + (\beta\gamma)_{jk} + (a\beta)_{ij} + (a\beta\gamma)_{ijk} + E_{ijk}$$

Dónde:

$\mu$  = media

$a_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor A (**Líneas de arveja**)

$\gamma_k$  = efecto del K-ésimo nivel del factor R (Bloque)

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = efecto de la interacción AR en la combinación ik (error A)

$\beta_j$  = efecto del factor B (**densidades de siembra**) en su nivel j

$(a\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción AB en la combinación ij

$(a\beta\gamma)_{ijk}$  = interacción ABR en la combinación ijk (error B)

$E_{ijk}$  = Error aleatorio en la casilla ijk

El error de la subparcela (error B), se obtendrá de la suma de los efectos de la interacción BR y ABR.

## **Variables evaluadas**

**Días a floración (DAF).** Se registró los días que pasaron desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas obtuvieron la primera flor abierta.

**Días a cosecha en verde (DCV).** Se registraron los días desde la siembra hasta cuando el 75% de las vainas verdes alcanzaron el llenado de los granos.

**Número de vainas por planta (NVP).** Obtenido a partir del número total de vainas en todas las plantas de la parcela útil de cada subparcela para sacar un promedio.

**Peso de la vaina con grano (PVCG).** Se tomó el peso de la totalidad de vainas en todas las plantas de la parcela útil y se dividió entre el número total de vainas, se registró el promedio en gramos; Las siguientes variables se pudieron obtener de 15 vainas tomadas al azar de las plantas de la parcela útil:

**Número de granos por vaina (NGV).** Se contó los granos de las 15 vainas y se obtuvo el promedio.

**Peso de grano por vaina (PGV).** Se tomó el respectivo peso de los granos pertenecientes a las 15 vainas para dividir entre el número de vainas y registrar el resultado en gramos.

**Relación grano vaina (RGV).** Se obtuvo el peso de los granos de las 15 vainas y el peso de las 15 vainas con grano y se registró la relación grano/vaina.

**Rendimiento (RTO).** Se cosechó en vaina verde el área útil de las sub-parcelas para obtener el rendimiento en vaina verde Ton. Ha<sup>-1</sup>.

## **Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos en las variables evaluadas se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de promedios de Tukey al 5% usando el programa INFOSTAT para determinar el mejor tratamiento o densidad para cada línea.

### **Análisis Económico**

Con los datos de rendimiento se realizó el análisis económico utilizando el método de presupuesto parcial (Hernández, 2001) y teniendo en cuenta la diferencia estadística obtenida para esta variable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Tabla 3), presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre genotipos para días a floración (DAF) y días a cosecha en verde (DCV) y significativas ( $p < 0,05$ ) para peso de vaina con grano (PVCG) y peso de grano por vaina (PGV) (Tabla 3). No se observaron diferencias significativas entre genotipos en número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), relación grano vaina (RGV) y rendimiento en vaina verde (RTOV).

**Tabla 3.** Cuadrados medios para las variables días a floración (DAF), días a cosecha en verde (DCV), número de vainas por planta (NVP), peso de vaina con grano (PVCG), número de granos por vaina (NGV), peso de grano por vaina (PGV), relación grano vaina (RGV) y rendimiento en vaina verde (RTOV). Obonuco, 2017.

F. Variación	DAF	DCV	NVP	PVCG	NGV	PGV	RGV	RTOV
<b>Modelo</b>	34,83	82,44	109,69	0,35	0,38	0,34	0,01	31,31
<b>Genotipos</b>	237,11**	437,19**	32,22 <sup>ns</sup>	0,74*	0,57 <sup>ns</sup>	0,86*	0,0047 <sup>ns</sup>	12,31 <sup>ns</sup>
<b>Bloques</b>	11,32	43,40	92,12	0,95	2,17	1,39	0,01	95,50
<b>Error a</b>	1,73	26,88	38,08	0,11	0,17	0,21	0,01	29,99
<b>Densidad</b>	3,17 <sup>ns</sup>	23,97 <sup>ns</sup>	813,58**	1,04**	0,18 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	107,95**
<b>G*D</b>	1,30 <sup>ns</sup>	22,35 <sup>ns</sup>	10,20 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,0034 <sup>ns</sup>	8,66*
<b>Error b</b>	1,54	11,41	5,26	0,07	0,19	0,13	0,0043	3,74
<b>R<sup>2</sup></b>	0,96	0,87	0,95	0,82	0,65	0,72	0,54	0,89
<b>CV</b>	1,80	2,40	8,68	4,50	7,48	8,76	9,69	9,91

\* Diferencias significativas ( $p < 0,05$ )      \*\*Diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ )

En cuanto a densidad de siembra, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para número de vainas por planta (NVP), peso de vainas con grano (PVCG) y rendimiento en vaina verde (RTOV) (Tabla 3). No se observaron diferencias significativas para días a floración (DAF), días a cosecha en verde (DCV), número de granos por vaina (NGV), peso de granos por vaina (PGV) y relación grano vaina (RGV).

La interacción genotipo \* densidad fue significativa ( $p < 0,05$ ) solo para la variable rendimiento en vaina verde (Tabla 3).

La variedad Andina y la línea L27 fueron los genotipos más precoces con 63,92 y 64,33 días después de la siembra respectivamente con diferencias que oscilaron entre 7 y 9,58 días respecto a los demás genotipos. Las líneas L14 y L29 presentaron un comportamiento intermedio con promedios de 70,92 y 71,75 días después de la siembra respectivamente superando a la línea L23 que fue el genotipo más tardío con 73,50 días después de la siembra (Tabla 4).

**Tabla 4.** Promedios de las variables días a floración (DAF), días a cosecha en verde (DCV), peso de vainas con granos (PVCG), peso de grano por vaina (PGV) para genotipos. Obonuco, Pasto. 2017.

Genotipos	DAF	Genotipos	DCV	Genotipos	PVCG	Genotipos	PGV
Andina	63,92 a	Andina	134,08 a	Andina	6,29 a	Andina	4,35 a
L27	64,33 a	L27	135,00 a	L29	6,16 ab	L29	4,29 ab
L14	70,92 b	L29	140,42 b	L23	5,92 bc	L23	4,07 abc
L29	71,15 b	L14	144,75 bc	L14	5,76 c	L27	3,86 bc
L23	73,50 c	L23	148,00 c	L27	5,73 c	L14	3,73 c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Días a floración (DAF).** De acuerdo a lo anterior no hay evidencias que indiquen que la presencia del gen afila afecte negativa o positivamente esta variable debido a que no se presentaron diferencias estadísticas entre la línea L27 (con gen afila) y la variedad testigo Andina (sin gen afila). El resultado sugiere que hay independencia entre los genes que controlan los caracteres de presencia de gen afila y precocidad.

Valencia *et al.*, (2011), en un estudio de evaluación de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) de hábito indeterminado y su reacción al complejo de ascochyta, reportaron la floración entre 46 y 73 días después de la siembra rango dentro del cual se encuentran los resultados de este estudio. Se atribuye las diferencias observadas a la constitución genética de los materiales evaluados y a la predominancia del control genético sobre el efecto ambiental (French y Kan, 1997). La variabilidad expresada en este carácter se ve influenciada principalmente por la variabilidad genética por acción aditiva de los genes y alguna

influencia ambiental (González y Ligarreto, 2006). De forma general la fecha de comienzo de floración varía poco para un genotipo dado en una condición agrícola determinada.

El genotipo con gen afila que mostró mayor precocidad en cuanto a días a floración fue la línea L27 (64.33), la cual coincidió en tener como uno de sus progenitores a la variedad Andina (63.92) con la cual no tuvo diferencias significativas. Según DANE (2014), la variedad Andina presenta entre 60 a 65 días a floración lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. De la misma forma la línea L14 y la línea L29 sin diferencias estadísticas entre sí comparten un mismo parental que es la variedad Sindamanoy lo cual explica el comportamiento similar entre los dos genotipos.

**Días a cosecha en verde (DCV).** La variedad Andina y la línea L27 fueron los genotipos más precoces con 134,08 y 135,00 días a cosecha en verde respecto a las líneas L29, L14 y L23 que oscilaron entre 140.42 y 148 días alcanzando una diferencia que vario entre 6.34 y 13.92 días. La línea L29 con 140,42 días a cosecha en verde mostró mayor precocidad que L23 con una diferencia de 7.58 días. La tendencia observada en el comportamiento de los genotipos para la variable días a floración se mantuvo en la variable días a cosecha en verde.

**Peso de vaina con grano (PVCG).** Para peso de vaina con grano se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre genotipos (Tabla 4). La variedad testigo Andina y la línea L29 mostraron los mayores promedios con 6.29 y 6.16 g respectivamente, con diferencias estadísticas respecto a las líneas L14 y L27 que tuvieron el menor valor con 5.76 y 5.73 g respectivamente.

La línea L29 puede seleccionarse por su peso de vaina con grano porque no solo igualó a la variedad Andina sino que también superó al promedio de dos de las líneas evaluadas. Independientemente de la presencia del gen afila en las líneas evaluadas, la variación observada en el PVCG, depende de la constitución genética que para este rasgo tienen los parentales que dieron origen a estas líneas (Pantoja *et al.*, 2014). En la genealogía de estas líneas, se observa que para L29, L23 y L27 uno de sus parentales fue la variedad Dove,



mientras que para la línea L14 uno de sus parentales fue la variedad ILS3568. Estos progenitores donantes del gen *afila*, presentan vainas pequeñas que contribuyen negativamente a la expresión de este carácter. Sin embargo, las líneas L27, L23, L14 y L29 fueron obtenidas por retrocruzamiento, siendo los parentales recurrentes Obonuco Andina para L27, Obonuco San Isidro para L23 e Ica Corpoica Sindamanoy para L14 y L29. Estos padres recurrentes son de vainas grandes con promedios similares que oscilan entre 7,36 y 8,21g (Valencia, Timaná y Checa 2011), lo cual permitió en parte la recuperación de este carácter. No obstante lo anterior, solo L29 logró un peso de vaina con grano similar a Andina.

En general son muy apreciadas en el mercado las variedades con mayor peso de grano por vaina porque se asocian con mayor número de granos por vaina o con granos de mayor tamaño (Pantoja *et al.*, 2014).

**Peso de grano por vaina (PGV).** Se observaron diferencias significativas entre genotipos para la variable peso de granos por vaina (Tabla 4). Los genotipos Andina y las líneas L29 y L23 tienen promedios similares que oscilaron entre de 4.35 y 4.07 g; Sin embargo, la variedad Andina se diferencia estadísticamente de las líneas L27 y L14 (3,86 g y 3,73 g respectivamente). La línea L23 mostró un comportamiento intermedio sin diferencias con los demás genotipos evaluados. Checa *et al.*, (2011), obtuvo para la variedad Andina un peso promedio de grano por vaina de 4,3 g lo cual concuerda con el promedio obtenido en nuestra investigación. Estos resultados sugieren que las líneas L29 y L23 son genotipos promisorios para este carácter logrando igualar el promedio de la variedad testigo Andina (sin gen *afila*). La variable peso de grano por vaina es importante porque representa la parte útil para el consumo de esta leguminosa e influye de manera directa en el precio del producto (Pantoja *et al.*, 2014).

**Número de vainas por planta (NVP).** Para densidad de siembra se observó diferencias altamente significativas en número de vainas por planta (NVP) (Tabla 5). Las densidades de 80.000 y 100.000 plantas por hectárea mostraron un mayor número de vainas por planta

con promedios de 33,33 y 32,37 respectivamente, superando a las densidades 160.000 y 200.000 plantas por hectárea que obtuvieron 20,13 y 20,00 vainas por planta respectivamente. El resultado sugiere que hubo un efecto negativo en el número de vainas por planta al aumentar las densidades de siembra. Esto concuerda con lo reportado por Gritton y Eastin (1968), Mera (1989), Gonzáles y Ligarreto (2006), Casanova, Solarte & Checa (2012), quienes encontraron que el aumento en la densidad de plantas disminuye el NVP y por lo tanto se reduce la capacidad productiva de cada planta lo cual se atribuye a la mayor competencia entre plantas por nutrientes, agua, luz, espacio, etc., Sin embargo, es posible en algunos genotipos lograr mayores rendimientos porque la reducción en el número de vainas por planta puede compensarse con el mayor número de plantas por área sembrada.

**Tabla 5.** Promedios de las variables número de vainas por planta (NVP) y peso de vaina con grano (PVCG) para densidades. Pasto, Obonuco. 2017.

DENSIDAD	NVP	DENSIDAD	PVCG
<b>80,000</b>	33,33 a	<b>80,000</b>	6,23 a
<b>100,000</b>	32,27 a	<b>100,000</b>	6,16 a
<b>160,000</b>	20,13 b	<b>200,000</b>	5,77 b
<b>200,000</b>	20,00 b	<b>160,000</b>	5,72 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Peso de vaina con grano (PVCG).** La densidad tuvo un efecto altamente significativo para el peso de vainas con grano (Tabla 3). En la Tabla 5 se observaron dos grupos marcados en donde las densidades bajas de 80 y 100 mil plantas por hectárea presentaron un mayor promedio con 6,23 y 6,16 g respectivamente mientras las densidades altas de 200 y 160 mil plantas mostraron el menor valor con 5,77 y 5,72 g respectivamente. Forero y Ligarreto, (2009) indican que, al disminuir las densidades de población el peso de las vainas con grano se incrementa, debido a la menor competencia entre plantas por toma de nutrientes, además de la mayor aireación que favorece su desarrollo fisiológico y reproductivo. De igual manera hay menor competencia por luz, favoreciendo la fotosíntesis y translocación de asimilados a las estructuras reproductivas. También hay menor afectación por enfermedades.

**Peso de grano por vaina (PGV).** No hubo efecto de las densidades de siembra evaluadas en el peso del grano por vaina. Castro (1995), indica que el peso de los granos fue una de las variables menos afectada por la distancia de siembra sobre el rendimiento y sus componentes, lo anterior indica que en la expresión del carácter peso de grano por vaina exista un mayor efecto genético que ambiental.

**Número de granos por vaina (NGV).** El análisis de varianza (Tabla 3) mostró que no hubo diferencias entre genotipos, densidades ni para la interacción genotipo\* densidad. Lo anterior sugiere por una parte que los genotipos evaluados comparten la misma condición genética para la expresión del número de granos por vaina y por otra parte que las condiciones ambientales representadas por las distintas densidades de siembra no lograron producir cambios en la manifestación de este carácter en los distintos genotipos. El comportamiento de las medias para este rasgo fue similar al reportado por Checa y Rodríguez, (2015), en su estudio de resistencia a Oidio (*Erysiphe polygoni*) y rendimiento en arveja afila (*Pisum sativum* L.), donde las variaciones estuvieron entre 6,95 y 4,22 granos por vaina e indican que el número de granos por vaina es un carácter poco influenciado por el ambiente y por lo tanto altamente heredable. Además los resultados sugieren que hay independencia entre los genes que controlan la expresión del carácter afila y los que corresponden al número de granos por vaina, pues tener o no la presencia de hojas transformadas en zarcillos por efecto del gen afila no implica una reducción o un aumento en el número de granos por vaina (Pantoja *et al.*, 2014). Zamorano *et al.*, (2008) en su estudio de Evaluación de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia) mencionan que el número de semillas por vaina es una variable determinada por el material genético.

**Relación grano vaina (RGV).** No se observó diferencias significativas para genotipos, densidades e interacción genotipo\*densidad para esta variable (Tabla 3). En consecuencia los genotipos evaluados comparten una relación grano vaina similar a la presentada por la variedad comercial andina que se usó como testigo, la cual tiene excelente aceptación comercial, además las densidades de siembra evaluadas no produjeron cambios significativos en la relación grano vaina de los genotipos en estudio, lo anterior indica que

con los genotipos y densidades utilizadas, es posible obtener una relación grano vaina apropiada para el mercado en fresco de la arveja producida. Estos resultados contrastan con los reportados por Checa y Rodríguez (2015), en su estudio resistencia a oidio (*Erysiphe polygoni*) y rendimiento en arveja afila quienes encontraron diferencias significativas para esta variable debido probablemente a la mayor variabilidad genética para este carácter en los genotipos evaluados, los cuales se obtuvieron por retrocruzamientos y cruzamientos simples llevados hasta la generación F5 por selección masal, contrario a las líneas evaluadas en la presente investigación que solo provienen de retrocruzamientos.

Esta variable es un importante factor que influye en la aceptación del producto en el mercado de arveja en vaina verde o en fresco. Una relación grano vaina alta significa que el mayor peso del producto se encuentra en el grano y no en la vaina, lo cual mejora su precio en el mercado (Checa y Rodriguez, 2015).

**Rendimiento en vaina verde (RTOV).** La interacción genotipo por densidad (G\*D) presentó el comportamiento diferencial de los genotipos a través de las diferentes densidades de población. La línea L23 en la densidad de 200.000 plantas por hectárea con un promedio de 27,18 t.ha<sup>-1</sup> tuvo el mejor rendimiento superando a las demás densidades que oscilaron entre 21,64 y 16,08 t.ha<sup>-1</sup>. En la misma línea la densidad de 100 mil plantas por hectárea con 21,64 t/ha logró mayor rendimiento que la densidad de 80.000 mil plantas por hectárea que presentó el promedio más bajo con 16,08 t.ha<sup>-1</sup>, la densidad de 160.000 plantas por hectárea mostró un comportamiento intermedio sin diferencias con la densidad de 100 y 80 mil plantas por hectárea (Tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación de promedios para la interacción genotipo \* densidad (G\*D) en la variable rendimiento en verde (RTOV) (t.ha<sup>-1</sup>).

Densidad	Genotipos					μ Densidades
	L23	L14	L29	L27	Andina	
<b>200.000</b>	<u>27,18</u> A	<u>23,58</u> A	22,72 A	21,48 A	20,16 A	23,02 A
<b>100.000</b>	<u>21,64</u> B	19,91 AB	<u>19,17</u> A	18,3 A	20,63 A	19,93 B
<b>160.000</b>	19,83 BC	17,79 B	19,74 A	17,32 A	17,57 A	18,45 C
<b>80.000</b>	<u>16,08</u> C	<u>17,59</u> B	<u>14,23</u> B	<u>17,26</u> A	<u>18,29</u> A	16,69 D
<b>μ Genotipos</b>	21,18 A	19,71 A	18,72 A	18,59 A	19,16 A	

En la línea L14 la densidad de 200.000 mil plantas por hectárea con 23.58 t.ha<sup>-1</sup> fue estadísticamente igual en rendimiento a la densidad de 100.000 mil plantas por hectárea, pero significativamente mayor a las densidades de 160.000 y 80.000 plantas por hectárea que alcanzaron promedios de 17.79 y 17.59 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabla 6).

En la línea L29 las densidades de 200.000, 160.000 y 100.000 plantas por hectárea con rendimientos entre 22,72 y 19,17 t.ha<sup>-1</sup> lograron los mayores promedios sin diferencias estadísticas entre sí pero superando significativamente a la densidad de 80.000 mil plantas por hectárea (Tabla 6).

No se observaron diferencias entre densidades de siembra para los genotipos Andina y L27, lo cual sugiere que en los dos genotipos es más conveniente la densidad de 80.000 plantas por hectárea porque ahorra semilla y logra la misma producción que las densidades de 200, 160 y 100 mil plantas por hectárea (Tabla 6).

En ninguno de los genotipos evaluados L23, L14, L29, L27 y Andina se observó diferencias significativas entre las densidades de 100 y 160 plantas por hectárea, indicando que sembrar con distancia entre surcos de 1 metro colocando una semilla por sitio cada 0.10 m da el mismo resultado que sembrar con distancia con distancia entre surcos de 1,20 m, colocando una semilla por sitio cada 0,05 m, sin embargo esta última opción que corresponde a 160 mil plantas por hectárea no se justifica por requerir mayor cantidad de semilla.

Los resultados sugieren que para las líneas con gen afila L23 y L14 la siembra con distancia entre surcos de 1,0 m depositando una semilla por sitio cada 0,05 m es la densidad (200.000 mil plantas por hectárea) que alcanza los mayores rendimientos, mostrando diferencias sobre la mayor parte de las otras densidades evaluadas. En contraste en la línea L29 únicamente la siembra con distancia entre surcos de 1,20 colocando una semilla por sitio a 0,10 m (80.000 plantas por hectárea) resulta de bajo rendimiento y la línea afila L27 al igual que el testigo Andina no mostraron diferencia de rendimiento entre las densidades evaluadas siendo para esta línea la mejor opción la densidad de 80.000 mil plantas por

hectárea por la reducción en la cantidad de semilla lo cual conduce a bajar los costos de producción, además se obtiene mayor aireación que contribuye a menor incidencia de enfermedades foliares al reducirse la humedad ambiental.

El hecho de que la línea afila L27 tenga un comportamiento similar en rendimiento a la variedad Andina (no afila) sin respuesta favorable al incremento de la población de plantas por unidad de área y que las líneas afila L14, L23 y L29 hayan mostrado mejores rendimientos al incrementar la población por encima de 80.000 plantas por hectárea, sugiere que los genes responsables del rendimiento y sus componentes, son independientes de la presencia o ausencia del gen afila en la planta de arveja. Valencia *et al.* (2011), afirman que el rendimiento es una variable multigenética de herencia cuantitativa que depende del trasfondo genético de cada material. Esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación donde la presencia del gen afila en las plantas de arveja, no es responsable de la reducción en rendimiento además existen variedades de arveja con gen afila que logran mayores rendimientos que las variedades no afila (Jannink *et al.*, 1996; Mihailovic, 2008).

**Análisis Económico de Presupuesto Parcial.** Los tratamientos utilizados en el análisis económico de presupuesto parcial se seleccionaron con base en las diferencias estadísticas obtenidas en la comparación de promedios para la interacción genotipo\*densidad en la variable rendimiento. En aquellos genotipos en los que no hubo diferencias se seleccionó la de menor densidad por su más bajo costo. Los tratamientos seleccionados fueron: la línea L23 en las densidades 80, 100 y 200 mil plantas por hectárea; L14 en las densidades 80 y 200 mil plantas por hectárea; L29 en las densidades de 80 y 100 mil plantas por hectárea; L27 y la variedad Andina en la densidad de 80 mil plantas por hectárea. Este último tratamiento (AND 80) se constituye como la tecnología utilizada actualmente por el productor del departamento de Nariño en arveja voluble.

**Costos variables.** Se calculó los costos variables de la implementación de las diferentes densidades de siembra en los genotipos evaluados, donde se incluyeron cantidad de semilla,

fibra de polipropileno, postes y mano de obra requerida en los diferentes tratamientos. (Tabla 8). Igualmente se incluyen los costos de capital, teniendo en cuenta la tasa de interés anual del 12% (FINAGRO) que tomada para los cinco meses durante los cuales se manejó el cultivo, fue de 5%.

Los costos variables para la variedad Andina, las líneas L14, L23, L27 y L29 en la densidad de 80.000 plantas por ha fueron de \$6'407.100, \$6'394.500, \$6'316.380, \$6'336.960 y \$6'364.680 respectivamente; para las líneas L23 y L29 en la densidad de 100.000 plantas por ha fue de \$7'767.060 y \$7'921.200 respectivamente y para las líneas L14 y L23 en la densidad de 200.000 plantas por ha fue de \$9'493.260 y \$9'503.340 respectivamente.

**Rendimiento** la variedad Andina y las líneas L14, L23, L27 y L29 en la densidad de 80.000 plantas por hectárea alcanzaron rendimientos promedios de 18,29, 17,59, 16,08, 17,26 y 14,23 toneladas por hectárea respectivamente; para la líneas L23 y L29 en la densidad de 100.000 plantas por hectárea fue de 21,64 y 19,17 toneladas por hectárea respectivamente y para las líneas L14 y L23 en la densidad de 200.000 mil plantas por hectárea fue de 23,58 y 27,18 toneladas por hectárea respectivamente.

**Precio de la arveja cosechada.** Para el primer semestre y parte del segundo semestre del 2017 el precio de la arveja para la zona sur de Nariño presento un promedio de \$100.000 el bulto de 50 kilos.

**Tabla 8.** Costos variables para el sistema de producción de arveja voluble con gen afila y un testigo comercial sin gen afila bajo diferentes densidades de siembra.

<b>TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA</b>										
<b>Insumos y Materiales</b>	<b>Valor unitario (Miles)</b>	<b>Andina 80.000 (Miles)</b>	<b>L14 80.000 (Miles)</b>	<b>L14 200.000 (Miles)</b>	<b>L23 80.000 (Miles)</b>	<b>L23 100.000 (Miles)</b>	<b>L23 200.000 (Miles)</b>	<b>L27 80.000 (Miles)</b>	<b>L29 80.000 (Miles)</b>	<b>L29 100.000 (Miles)</b>
<b>Costos semilla/ha</b>	18 (\$/kg)	558	504	1260	540	666	1332	504	558	684
<b>Costos fibra 750 m (ha)</b>	7,6 \$/cono	83,6	83,6	106,4	83,6	106,4	106,4	83,6	83,6	106,4
<b>Costos fibra 3000 m (ha)</b>	7,6 \$/cono	448,4	410,4	516,8	380	440,8	524,4	425,6	418	539,6
<b>Costos fibra 5000 m (ha)</b>	10 \$/cono	340	420	790	340	360	720	350	330	390
<b>Costos postes/ha</b>	1,4 \$/unid.	2240	2240	2800	2240	2800	2800	2240	2240	2800
<b>Costos jornales/ha</b>	16 \$/unid.	2432	2432	3568	2432	3024	3568	2432	2432	3024
<b>Subtotal Costos variables \$/ha</b>	-	6102	6090	9041,2	6015,6	7397,2	9050,8	6035,2	6061,6	7544
<b>Costos de capital CC (\$/ha)</b>	<b>Interés 5%</b>	305,1	304,5	452	300,7	369,8	452,5	301,7	303	377,2
<b>Total Costos variables =SCV+ CC (\$/ha)</b>	-	6407,1	6394,5	9493,2	6316,3	7767	9503,3	6336,9	6364,6	7921,2
<b>Ingresos</b>										
<b>Rto. medio en verde ton/ha</b>	2000000 \$/tonelada	18,29	17,59	23,58	16,08	21,64	27,18	17,26	14,23	19,17
<b>Ingreso total \$/ha (Miles)</b>		36580	35180	47160	32160	43280	54360	34520	28460	38340
<b>Ingreso neto (Ingreso total – Costos variables)</b>		30172,9	28785,5	37666,7	25843,6	35512,9	44856,6	2818,0	2209,3	30418,8

\* Tasa de interés por año 12



## Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia (Tabla 9), los tratamientos seleccionados, se listaron de mayor a menor ingreso neto con su respectivo costo variable. Un tratamiento se determina que está dominado cuando el inmediatamente superior presenta mayor ingreso neto con menor costo variable. Al enfrentar los tratamientos seleccionados, se logró establecer que los tratamientos L29 en la densidad de 80.000 y 100.000 plantas por hectárea fueron dominados por L23 en las densidades de 80.000 y 100.000 plantas respectivamente ya que estos últimos con menor costo variable obtuvieron mayor ingreso neto.

**Tabla 9.** Análisis de dominancia para 9 tratamientos seleccionados para el análisis económico de Presupuesto Parcial de Hernández (2001) en arveja voluble con gen afila bajo diferentes densidades de siembra (ND=No dominado; D= Dominado).

Tratamiento	Ingreso Neto \$	Costos Variables
<b>L23 200.000</b>	44'856.660	9'503.340 ND
<b>L14 200.000</b>	37'666.740	9'493.260 ND
<b>L23 100.000</b>	35'512.940	7'767.060 ND
<b>L29 100.000</b>	30'418.800	7'921.200 <b>D</b>
<b>Andina 80.000</b>	30'172.900	6'407.100 ND
<b>L14 80.000</b>	28'785.500	6'394.500 ND
<b>L27 80.000</b>	28'183.040	6'336.960 ND
<b>L23 80.000</b>	25'843.620	6'316.380 ND
<b>L29 80.000</b>	22'095.320	6'364.680 <b>D</b>

En consecuencia los tratamientos no dominados que son económicamente viables fueron: Andina, las líneas L14, L27 y L23 en la densidad de 80.000 plantas por hectárea; la línea L23 en la densidad de 100.000 plantas por hectárea y las líneas L23 y L14 en la densidad de 200.000 plantas por hectárea. Con estos tratamientos se realizó el análisis de Tasa de Retorno Marginal (TRM).

**Tasa de Retorno Marginal (TRM).** En los tratamientos L23, L27, L14 y Andina bajo la densidad de 80.000 plantas por hectárea, pequeños incrementos en los costos variables producidos solo por el cambio de genotipo o línea producen aumentos significativos en el beneficio neto con una TRM favorable. Para pasar de L23 a L27 se requiere aumentar los

costos variables en \$20.580 pero se obtiene un incremento en beneficio neto de \$2'339.420 con una TRM de 113.67. Pasar de L27 a L14 requiere aumentar los costos variables en \$57.540 para obtener una ganancia adicional de \$602.460 con una TRM de 10.47. El paso de L14 a la variedad Andina implica aumentar los costos variables en \$12.600 para lograr ingresos adicionales de \$1'387.400 con una TRM de 110.11 (Tabla 10). Estos tratamientos se constituyen como la alternativa económicamente viable para agricultores de bajos recursos, quienes pueden lograr ingresos favorables con una menor inversión. Sin embargo si el agricultor posee las condiciones económicas para pasar a una tecnología superior, entonces con el incremento adicional en los costos variables de \$1'359.960/ha, se puede acceder a la siembra de la línea L23 en la densidad de 100.000 plantas por hectárea y lograr aumentar sus ingresos netos en \$5'340.000/ha, sobre los ingresos ya obtenidos, lo cual significa una tasa de retorno marginal de 3,93 que sugiere que por cada peso (\$1) invertido en el cambio de siembra de la variedad Andina en 80.000 plantas por hectárea por genotipos promisorios con gen afila como la línea L23 en la densidad de 100.000 plantas por hectárea, se obtendrá una ganancia adicional del peso (\$1) más \$3,93.

**Tabla 10.** Tasa de Retorno Marginal para los tratamientos Andina, las líneas 14, 27 y 23 en la densidad de 80.000 mil plantas por hectárea; La línea 23 en la densidad de 100.000 mil plantas por hectárea y las líneas 23 y 14 en la densidad de 200.000 mil plantas por hectárea.

<b>Tratamiento Línea * Densidad</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Costo Variable</b>	<b>Incremento en Beneficio Neto</b>	<b>Incremento en Costo Variable</b>	<b>Tasa Retorno Marginal</b>
<b>L23 200.000</b>	44'856.660	9'503.340			
			7'189.920	10.080	713,29
<b>L14 200.000</b>	37'666.740	9'493.260			
			2'153.800	1'726.200	1,25
<b>L23 100.000</b>	35'512.940	7'767.060			
			5'340.000	1'359.960	3,93
<b>Andina 80.000</b>	30'172.900	6'407.100			
			1'387.400	12.600	110,11
<b>L14 80.000</b>	28'785.500	6'394.500			
			602.460	57.540	10,47
<b>L27 80.000</b>	28'183.040	6'336.960			
			2'339.420	20.580	113,67
<b>L23 80.000</b>	25'843.620	6'316.380			

Ahora si el agricultor cuenta con posibilidades económicas para pasar a una alternativa superior, entonces con el incremento en los costos variables de \$1'726.200/ha, se puede acceder a la siembra de la línea L14 en la densidad de 200.000 plantas por hectárea y lograr aumentar sus ingresos netos en \$2'153.800/ha, sobre los ingresos ya obtenidos, lo cual significa una tasa de retorno marginal de 1,25. Para los agricultores con mayores posibilidades económicas, con un incremento de \$10.080/ha, se puede acceder a la siembra de la L23 en la densidad de 200.000 plantas por hectárea y lograr aumentar sus ingresos netos en \$7'189.920/ha, sobre los ingresos ya obtenidos, lo cual significa una tasa de retorno marginal de 713,29.

## **CONCLUSIONES**

Los componentes de rendimiento correspondientes a número de vainas por planta (NVP) y peso de vaina con grano (PVCG), fueron afectados negativamente por las mayores densidades de siembra.

Las diferentes densidades de población evaluadas no mostraron ningún efecto sobre las variables días a floración, días a cosecha en verde, número de granos por vaina, peso de grano por vaina y relación grano vaina.

En rendimiento en vaina verde, las líneas de arveja afila L23, L14 y L29 mostraron respuesta favorable al incremento de la densidad de siembra, mientras que en la línea afila L27 y en la variedad no afila Andina no hubo efecto del cambio de densidad de siembra.

Las líneas con gen afila L14, L23, L27 y L29 igualaron a la variedad Andina en número de vainas por planta, número de granos por vaina y relación grano vaina.

En días a floración y días a cosecha en verde se observaron cómo genotipos de arveja precoces Andina y L27, intermedias L14 y L29 y tardías L23.

La línea L23 con densidad de 200.000 plantas por hectárea mostró la mayor viabilidad económica para agricultores con mayor capacidad de inversión, seguida por L14 a la misma densidad y L23 a densidad de 100.000 plantas por hectárea. Para agricultores con recursos más limitados, la variedad Andina con densidad de 80.000 plantas por hectárea es la mejor opción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLIXT, S. 1972. Mutation genetics in *Pisum*. *Agri Hortique Genetica* 30: 1-293.

CASANOVA, E.; SOLARTE, J.; CHECA, O. 2012. Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*. 29 (2): 129-140.

CASTRO, M. 1995. Evaluación de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en diferentes densidades y sistemas de siembra en la región de Simijaca (Cundinamarca). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

CHECA, O.; RODRÍGUEZ, M. 2015. Resistencia a oídio (*Erysiphe polygoni*) y rendimiento en arveja afila (*Pisum sativum* L.). *Revista Temas Agrarios*. 20(2):58-71.

COUSIN R, A.; MESSEGER; VINGERE, A. 1985. Breeding for yield in combining peas, pp. 15-129. En: HEBBLETHWAITE, P.D. HEATH, M.C. and DAWKINS, T.C.K. *The pea crop: A basis for improvement*. First edition. Butterworths. Nottinghamshire. 5:56 - 78.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA – DANE. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA - cuadros de salida ENA, 2014. Recuperado en abril de 2015 de <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>.

DEPARTMENT OF HORTICULTURAL SCIENCE. 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America. University Raleigh. North Carolina State. 970 p.

DJORDJEVIC, R.; MARKOVIC, Z.; PESIC, V.; DJINOVIC, I. 2001. The influence of “afaf” genes on pea (*Pisum sativum* L.) pod formation agricultural Research Institute “Serbia”, Smederevska Palanka Yugoslavia. *Center for Vegetable Crops*. 26(2):135 - 140.

FORERO, A. y LIGARRETO, A. 2009. Evaluación de dos sistemas de tutorado para el cultivo de la arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en condiciones de la Sabana de Bogotá. Revista colombiana de Ciencias Hortícolas. 3 (1): 81-94.

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

GIACONI, V. 2004. Cultivo de hortalizas. 15 ed. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 120 p.

GOLDENBERG, J. B. 1965. "Afila" a new mutation in pea (*Pisum sativum* L.). Boletín Genética. 1:27 - 28.

GONZÁLES, F. y LIGARRETO, G. 2006. Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) bajo sistema de agricultura protegida. Fitotecnia Colombiana. 6 (2): 52-61.

GRITTON, E.T. and EASTIN, J.A. 1968. Response of peas (*Pisum sativum* L.) to plant population and spacing. Agron. J. 60: 482-85.

HERNÁNDEZ, M. 2001. ANÁLISIS ECONÓMICO DE EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS CON PRESUPUESTOS PARCIALES: Re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera*, 2(2), 40-48. Recuperado a partir de <http://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/28>.

IGAC. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Nariño. [ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00\\_shape\\_suelos/PROYECTO\\_DNP/MEMORIAS\\_SUELOS\\_OFICIALES/NARI%C3%91O/Cap%201.pdf](ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/PROYECTO_DNP/MEMORIAS_SUELOS_OFICIALES/NARI%C3%91O/Cap%201.pdf).

JANNINK, J.L., LIEBMAN, M. y MERRICK, L.C. 1996. Biomass production and nitrogen accumulation in pea, oat and vetch green manure mixtures. *Agronomy Journal*. 88:231 - 240.

KIELPINSKI M., BLIXT S., (1982) The evaluation of the afila character with regard to its utility in new cultivars of dry pea. *Agri Hortique Genetica*. 40:51-74.

KUJALA, V.1953. Elderbse, beiwelcher die ganz Blattspreite in Ranken umgewandelt ist. Archivum.100 Societatis Zoologica e Botanica e Fennicae "Vanamo". 8:44 - 45.

LAFOND, G.; ALI-KHAN S.T.; EVANS L.E. 1981. Comparison of near- isogenic leafed, leafless, semi- leafless, and reduced stipule lines of peas for yield and associated traits. Canadian Journal of plant science. 61: 463-465.

MARTIN, I.; TENORIO, J.; AYERBE, L. 1994. Yield, Growth, and water use of conventional and semi-leafless peas in semi-arid environments. Crop Science.34:76 - 83.

MERA, M. 1989. Densidad poblacional y espaciamento en arveja (*Pisum sativum* L.) para grano seco de follaje reducido. Agricultura técnica. Chile, 49: 148 – 152.

MERA, M.; LEVIO, J.; ALCALDE, J.; MORALES, M.; GALDAMES, R. (1996). Brisca-INIA, primera variedad de arveja afila obtenida en Chile. Agricultura técnica (CHILE): 56(4):282-286.

MERA, M.; ALCALDE J.M.; FERRADA S. 1998. Arvejas para congelado en el sur: Sorprendente potencial de rendimiento. Tierra Adentro. 28:23 - 25.

MERA, M.; KEHR, E.; MEJIAS, J.; IHL, M.; BIFANI, V. 2007. Arvejas (*Pisum sativum* L.) de vaina comestible sugarsnap: Antecedentes y comportamiento en el sur de Chile. Agricultura Técnica. 67(4):343 - 352.

MIHAILOVIC, V. 2008. Componentes de rendimiento de grano afila (af) líneas de guisantes forrajeros (*Pisum sativum* L.). Instituto de Cultivos y Hortalizas, NoviSad, Serbia. 98 p.

PANTOJA, D.; MUÑOZ, K.; CHECA, O. 2014. Evaluación y correlación de componentes de rendimiento en líneas avanzadas de arveja (*Pisum sativum*) con gen afila. Revista de Ciencias Agrícolas. 31(2):24-39.

PROHENS, J.; NUEZ, T. 2007. Vegetables II: Liliaceae, Solanaceae, and Umelliferae. Springer Science and Bussines Media. Handbook of plant breeding. Springer. New York. 365 p.

SINGH, M.; HARI, D; BISTH, S. 2013. Genetic and genomic resources of grain legume improvement. First edition. ELSEVIER INSIGHTS. London. 322 p.

VALENCIA A., TIMANÁ Y., CHECA O. 2011. Evaluación de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) y su reacción al complejo de Ascochyta. Revista de Ciencias Agrícolas. 29(2): 39-52.

WANG, F.; FU, J.; DONG L.; ZHU, Y. 2003. Tendril inheritance in semi-leafless pea and its utilization in breeding. YiChuan. 25(2):18 p.

ZAMORANO C., LÓPEZ H., ALZATE G. 2008. Evaluación de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia). Agronomía Colombiana .26 (3): 443-450.