

El cultivo de Arveja

Ing. Agr. Gabriel María Prieto

AER INTA Arroyo Seco – gprieto@arnet.com.ar

Palabras clave: Arveja, Manejo de cultivo, Protección, Fertilización

Introducción

Las referencias de la arveja datan de 10.000 años AC, siendo introducida en Europa desde Asia por los romanos y griegos, ya como cultivo, hacia el año 500 AC. En general se asumía a las legumbres como alimento de inferior calidad respecto de la carne. Se expande por todo Asia y el resto de Europa ya en la era Cristiana, popularizándose las recetas que incluían arveja.

Las primeras identificaciones datan de 1.500, donde los botánicos encuentran especies de diferentes colores y texturas de grano. Mendel, el padre de la genética, hizo sus experiencias con arvejas hacia el año 1860.

A principios del siglo 20 con la tecnología del congelado, facilitó el aprovechamiento de arveja, haciéndola popular en diversas regiones del mundo, incluso Argentina. Hoy, de acuerdo a FAO, los principales productores de arveja son Canadá, Francia, China y Rusia, con una producción de 3.1, 1.3, 1.3 y 1 millón de toneladas respectivamente. De acuerdo con la estadística oficial, en Argentina se producen 41.000 toneladas (SAGPyA), sin embargo, la información de las exportaciones realizadas durante el año 2010, informan un volumen de 78.000 toneladas, lo que sumado al consumo interno y lo destinado para forraje y como semilla, llevarían este guarismo a valores muy superiores.

Este cultivo, junto con lenteja constituyó una alternativa a los cultivos de invierno como trigo, avena, lino o cebada. En la década de los 60 y 70 la expansión fue más fuerte en los departamentos Rosario y Constitución de Santa Fe, y partidos de San Pedro, y Pergamino en el norte de la Provincia de Buenos Aires, además de otras zonas en el NOA. En esa época, para la implantación se recomendaba una “esmerada” preparación de la cama de siembra, la cual incluía diversas operaciones de remoción de suelo tendientes a pulverizarlo, como el uso de rastras de discos en tándem con rastra de dientes y rolo. Luego, en madurez se cortaba e hileraba y se cosechaba con recolector. Los vientos fuertes luego del corte, en más de una oportunidad producían pérdidas considerables, amontonando las gavillas de arveja contra los alambrados. Posteriormente con la introducción de los herbicidas residuales se logró mantener el cultivo limpio, permitiendo junto con la llegada de los cabezales flexibles, hacer la cosecha en planta, sin necesidad de cortar. Más adelante, la siembra directa y todo el bagaje de conocimientos desarrollados para soja se aplicó en gran medida a las legumbres (fertilización, uso de fungicidas, inoculantes, etc).

Desde hace unos años, la arveja se cultiva en diversas áreas, alcanzando una superficie que llegó en la campaña 2006/2007 a las 70.000 has, sólo en el sur de Santa Fe, constituyendo así una alternativa al trigo como cultivo invernal. Datos de la campaña 2009/2010 del área de la AER Arroyo Seco, indican que de todo lo sembrado en invierno, el 36 % es arveja, el 21 % es lenteja y el 39 % es trigo, quedando un 4 % para otros como cebada, colza y verdeos de avena (Prieto y Vita, 2009; Prieto y Vita, 2010)

Características de la planta y fenología

La arveja es una leguminosa de la familia de las Fabáceas (leguminosas), subflía Papilionoidea. El hábito de crecimiento de las variedades cultivables es indeterminado, con respuesta fotoperiódica cuantitativa a días largos. Las etapas desde germinación están en función de la temperatura, debiendo acumular a la emergencia entre 120 y 166 °C ($T_b=0$), mientras que a floración, necesita acumular entre 650 y 700 °C dependiendo de la variedad (Prieto y Antonelli 2008, datos no publicados).

Para la descripción de las diferentes etapas de desarrollo se propone la escala sugerida por Knott (Knott, 1987), en la que se definen los 4 estados principales: emergencia, crecimiento vegetativo, reproductivo y senescencia. Esta clasificación es clave para poner un punto en común en la identificación de la fenología de arveja, con el propósito de usarlo en todo lo referente al manejo del cultivo (Tabla 1).

Variedades

En el INASE hay más de 56 variedades inscriptas como comerciales, la gran mayoría de origen Estadounidense (34%), Holandés (15%) e Italianas (13%), todas ellas con características diferenciales que van desde el color de la semilla (verdes y amarillas), textura del grano (lisas y rugosas), característica de la planta (foliosas y semiáfílas o zarcillosas), y con pesos de 1000 semillas que van entre los 150 gr hasta más de 300 gr (figura 3). De esto último se desprende que la densidad de siembra para lograr un stand de entre 70 y 100 plantas por metro cuadrado, puede ser desde 170 a más de 300 kg/ha de semilla.

La característica del tipo de planta (foliosa o semiáfíla), tiene importancia desde varios puntos de vista, destacándose las semiáfílas (Viper, Alfeta, etc) por favorecer ambientes menos propicios para el desarrollo de enfermedades, y por otro lado, el hecho de permanecer más erecta al momento de cosecha, lo cual lleva a reducir significativamente las pérdidas en la recolección.

En cuanto al rendimiento, ensayos del INTA Arroyo seco de la campaña 2007-2008 (Prieto and Antonelli, 2008), muestran que es posible alcanzar rendimientos de hasta 4.000 kg/ha con variedades como Viper (figura 1), mientras que cuando las condiciones son adversas, los niveles de producción son muy bajos (Prieto et al., 2009). Los resultados de la última campaña (2009/2010), muestran que los niveles de producción son muy buenos, permitiendo obtener excelentes resultados económicos en la secuencia con el cultivo de verano (figura 2). Por el momento, la mayor área de cultivo comercial con destino a la exportación es sembrada con Facon y Viper, ambas con más de 10 años de antigüedad, no habiendo actualmente materiales de mejor comportamiento a nivel comercial.

Antecedentes

Las alternativas existentes como antecedentes son varias y merecen un comentario. El maíz es la menos probable ya que en el sudeste de Santa Fe, se hace sólo un 5% del área con este cultivo. De todos modos cabe mencionar que presenta al menos tres puntos a tener en cuenta: el alto nivel de cobertura, que favorece el impacto del frío; la menor eficiencia de implantación por el alto volumen de rastrojos, que puede subsanarse incrementando la densidad; y la probabilidad de que en cosecha se levanten espigas del suelo, lo que deteriora la calidad comercial de la arveja.

El antecesor trigo/soja de 2° suele presentar mejores condiciones de humedad para la siembra, pero en caso de fuertes heladas, debido a la cobertura de suelo, el impacto es mayor, daño que se atenúa en la medida de que las condiciones de humedad sean óptimas. Finalmente, lo más común es que el antecesor sea soja de 1°, con lo que se maximizan las eficiencias de implantación, y por el bajo nivel de cobertura, los efectos adversos de las heladas se ven disminuidos. La desventaja de este antecesor está en el hecho de que ambos cultivos dejan escaso nivel de cobertura, para lo cual el maíz de segunda como cultivo subsiguiente es una excelente opción.

Fechas de siembra y adaptación

Las variedades de arveja cultivadas son de ciclo corto, sembrándose desde principios de julio hasta mediados de agosto como fecha límite. La arveja es muy sensible a las bajas temperaturas en la etapa de germinación (Fase 0 de acuerdo con Knott, 1987), por lo que es recomendable de alguna manera evitar sembrar con pronóstico cercano de lluvias y excesivo frío. Para evitar inconvenientes en el establecimiento del cultivo es clave tratar las semillas con fungicidas a base de metalaxil más fludioxonil, los que aseguran la emergencia de las plantas, aún en condiciones adversas.

Una vez emergida, tolera el frío, aún con temperaturas de 0°C. En el caso de suelos con alto nivel de cobertura, las fuertes heladas suelen afectar a las hojas más tiernas, pero luego rebrotan normalmente. Por otro lado, en la etapa posterior a la floración, cuando se fija el número de granos, es muy sensible tanto a las altas temperaturas (mayores a 34 °C) como a las heladas, fenómenos ambos que producen abortos de semillas y caída de frutos, especialmente en condiciones de escasa humedad.

Estructura de cultivo

La arveja históricamente se sembró en hileras a 15 y 17.5 cm, mientras que en la actualidad hay experiencias exitosas con hileras a 19, 21 e incluso 26 cm, aprovechando la disponibilidad de sembradoras de granos gruesos.

La arveja tiene una gran capacidad para compensar la baja densidad, promoviendo el desarrollo de ramificaciones basales. En este sentido, se ha demostrado que el aumento de la densidad de plantas no logra incrementar los rendimientos, especialmente cuando las características del ambiente son óptimas (Figura 4) (Prieto, G y otros 2011)

En condiciones normales de desarrollo y crecimiento la planta puede alcanzar los 70-90 cm de altura al momento de floración (inicio del período crítico), siendo la intercepción de radiación máxima, aún con distancias entre hileras de 26 cm. Este crecimiento es función de las condiciones de crecimiento y de las características de las variedades.

Generación de rendimiento

El período crítico por excelencia de la arveja se ubica en el inicio de llenado de los granos, donde se define el número final de semillas por unidad de superficie (Meadley and Milbourn, 1971). Los autores lo corroboraron mediante ensayos de sombreado. Este dato explica el porqué en primaveras lluviosas, gran cantidad de días nublados afectan el rendimiento. Por otro lado, Poggio y otros (2005), demostraron que tanto el número de vainas, como el número de semillas por unidad de superficie, se relacionaron positivamente con el coeficiente fototermal (relación entre energía de la radiación incidente por unidad de superficie, y la temperatura media, en $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$). Finalmente, se muestran datos acerca de la relación entre el número de semillas por unidad de superficie y el rendimiento de arveja,

donde esta variable explica el 95 % del rendimiento (figura 5)(Prieto, G. Comunicación personal)

Nutrición

Las necesidades nutritivas de la arveja son descriptas en la tabla 2. Como es una especie que produce granos con un alto valor proteico (20 al 24 %), es exigente en nitrógeno, siguiéndole en importancia cuantitativa el potasio, luego el magnesio y en menor medida fósforo y azufre. En las figuras 6 y 7 se muestran los índices de cosecha de los macro y micronutrientes respectivamente.

Nitrógeno

La capacidad de fijación de nitrógeno por parte de la arveja suele ser muy alta. Se han medido aportes de hasta 185 kg/ha por esta vía (Rennie and Dubetz, 1986). De aquí que es la fuente de nitrógeno mas económica para el productor.

Hubo experiencias en AFA Salto Grande, donde la inoculación permitió duplicar el rendimiento de arveja en suelos sin antecedentes de este cultivo (lo que implica que no había bacterias naturalizadas). Pero para que esto funcione correctamente, hay que partir de las recomendaciones básicas para un correcto tratamiento de la semilla: producto y dosis adecuados (teniendo presente la gran cantidad de semilla empleada), condiciones ambientales propicias, compatibilidad con fungicidas terapicos de semillas, humedad de suelo, etc.

En general las respuestas a la inoculación en suelos con historia de legumbres, se ubican en un rango que puede alcanzar los 400 kg/ha. En cambio en suelos sin antecedentes de legumbres en el corto plazo, esas diferencias pueden magnificarse.

Por otro lado en INTA Casilda se exploró la respuesta a la fertilización nitrogenada de arveja, con fuentes nítricas y amónicas (Martínez and Cordone, 2008), no hallando diferencias significativas, sino sólo una leve tendencia.

Fósforo

La región de mayor susceptibilidad al empobrecimiento de fósforo coincide con la zona de producción de legumbres (Cruzate and R.Casas, 2003). Se trata de una zona donde la historia agrícola ha sido muy intensa, las últimas praderas fueron implantadas hace más de 50 años, y prácticamente los alambrados desaparecieron del paisaje. Los niveles actuales de fósforo están en un rango que va de 5 a 10 ppm, por lo que es necesario fertilizar con fósforo si se quiere obtener buenos niveles de rendimiento. En la EEA INTA San Pedro se originaron los primeros trabajos de fertilización de arveja (INTA, 1987), donde los autores recomiendan fertilizar con niveles de fósforo extraído por Bray 1, menores a 15 ppm.

En el trabajo citado de Martínez y Cordone, (2008) se detectaron diferencias significativas de rendimiento a la aplicación de fósforo en dos localidades evaluadas, partiendo de un nivel de P Bray de 9 y 11 ppm. En la campaña 2009/2010 se obtuvieron eficiencia agronómicas promedio de entre 25 y 30 kg de grano por cada kg de fósforo elemento agregado con el fertilizante, con máximos de 70 kg de arveja/kg de P en suelos muy pobres en fósforo. (Prieto 2010)

Azufre

Tal como se aprecia en la tabla 2, las necesidades de azufre son de 2 kg para producir una tonelada de grano, bastante menor que lo requerido por soja.

En general, no se hallaron respuestas al agregado de S en suelos donde se está fertilizando otros cultivos con este nutriente. Concretamente, no se halló respuesta a la fertilización con S en arveja, (Martínez and Cordone, 2008).

Consumo de agua

El cultivo de arveja presenta como ventaja respecto de las gramíneas de invierno, que está consumiendo entre 250 a 300 mm de agua útil, con eficiencias de uso de alrededor de 10 a 12 kg de grano por mm de agua consumido. Esto implica que deja en el perfil de suelo un remanente de agua que es bien aprovechado por los cultivos de verano posteriores (soja o maíz de segunda). Este hecho, asociado a que libera el lote entre 15 y 20 días antes que el trigo, lo convierte en una alternativa para el doble cultivo de características sobresalientes. Pero, por otro lado, ese menor consumo se debe a que en suelos argiudoles vérticos, el sistema radical de arveja no explora más allá de los 90 a 100 cm de profundidad.

Protección

Insectos

Dentro de las plagas insectiles que afectan el cultivo de arveja, pueden citarse por el impacto que tienen sobre el rendimiento, a los pulgones de la arveja (*Acyrtosiphon pisum*) y el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*). Las primeras colonias aparecen previo a la floración, y si bien no hay en el país umbrales para esta especie en arveja, es necesario monitorear semanalmente y ante la aparición de las primeras colonias controlar, dado que en general la evolución de la población en la primavera es rápida, pudiendo producir mermas importantes en la productividad, especialmente en estados reproductivos y bajo condiciones ambientales desfavorables para arveja. En Canadá utilizan un umbral de 2 a 3 pulgones por brote a partir de floración, coincidiendo con los hallados por autores europeos.

Le siguen en importancia la oruga bolillera (*Heliothis* sp.) de aparición eventual, comiendo casi exclusivamente grano, previo perforado de la vaina, llegando a producir daño hasta luego de madurez fisiológica, e incluso contribuye a la desmejora de la calidad comercial, ya que en la trilla humedece el grano y con la tierra se mancha completamente.

Otras plagas que se pueden dar son el trip (*Frankiniella* sp.), el brucho o gorgojo del grano (*Bruchus pisorum*), y las isocas cortadoras (*Agrotis* sp.).

Enfermedades

Los problemas sanitarios del cultivo de arveja son descritos por INTA San Pedro (1987), pudiéndose clasificar en enfermedades de cuello y raíz, entre las que se mencionan al Marchitamiento producido por *Fusarium oxysporum* f pisi, que produce clorosis en hojas inferiores y desarrolla a las superiores. En el cuello y raíz produce decoloración, pudiendo llevar incluso a la muerte de las plantas en casos severos.

Otra enfermedad es la Podredumbre de cuello y raíz, producida por diversos agentes como *Fusarium solani* f pisi, y el complejo de hongos causante del Damping off (*Pythium* sp, y *Rhizoctonia* sp).

Para estas enfermedades, las alternativas de control pasan por el tratamiento de semillas, la rotación de cultivos y el uso de variedades tolerantes a estas enfermedades.

En el caso de las afecciones foliares, una de las más importantes por el daño que causa el Tizón bacteriano (*Pseudomonas pisi*) que se manifiesta en manchas irregulares que de generalizarse dan un aspecto de hoja seca color pardo claro. En tallos forma estrías que pueden afectarlo totalmente y en vainas y semillas produce lesiones de aspecto graso. La bacteria es así transmitida a la semilla.

Ya dentro las enfermedades foliares causadas por hongos, el Oidio (*Erysiphe* sp), con sus típicas manchas pulverulentas en hojas y decoloración en vainas, favorecida por condiciones de alta humedad.

El Tizón causado por *Mycosphaerella pinoides*, produciendo manchas pardo rojizas y también afecta cuello y raíz. Es una de las enfermedades de mayores pérdidas en cuanto a la productividad del cultivo, especialmente en años lluviosos.

Una de las enfermedades de mayor difusión, la Antracnosis (*Ascochyta pisi*), promovida por intensas lluvias de primavera, afectando principalmente a las vainas y semillas, y en menor medida al follaje.

El Mildiu (*Peronospora pisi*), en ambientes húmedos y frescos se presenta muchas veces en mayor medida en variedades de porte más bajo y de carácter folioso. Al final del ciclo suelen aparecer otras enfermedades como Septoriosis (*Septoria pisi*).

Manejo en la rotación

Sin duda la introducción de la arveja en la rotación de cultivos se vio altamente favorecida por la introducción de los maíces transgénicos tolerantes a *Diatraea saccharalis* y a la siembra directa. Habitualmente la arveja era seguida en la secuencia por soja, que si bien es un segundo cultivo, su performance fue siempre superior a la soja de segunda sobre trigo. No obstante, la deuda la teníamos respecto de la cobertura de suelo, dado que arveja-soja resulta en un pobre aporte de rastrojos. Los productores hallaron en el maíz de segunda una excelente alternativa a la soja, dado que por un lado los resultados de producción son más estables, aunque sin los picos de rinde de los maíces de primera en años favorables, y por otro lado, hallaron la solución para lograr el volumen de rastrojos necesario para proteger al suelo y lograr reducir el balance negativo del carbono.

Cosecha y calidad

Desde hace muchos años la cosecha se hace en forma directa, sin necesidad del cortehilerado. En algunas situaciones de enmalezamiento, o bien por problemas de uniformidad en la madurez, se recurre al desecado del cultivo mediante el uso de paraquat. Esto permite uniformar el lote y en algunos casos adelantar unos días la cosecha.

En el caso de cultivares de porte rastrero, foliosos como Cobri o Facón, a veces es necesario cosechar en uno o dos sentido de siembra, “a contrapelo” para disminuir las pérdidas de cosecha. Esto se da fundamentalmente en los casos en que se producen acamado por fuertes vientos y lluvias en la primavera.

La humedad de cosecha es de 13.5 %, y en líneas generales no hay mayores inconvenientes para lograr obtener mercadería sana excepto en años lluviosos, donde el atraso en la recolección produce serias mermas de calidad (color, manchado, brotado, roído, etc).

Figura 1. Rendimientos Ensayo AER INTA Arroyo Seco, campaña 2007/2008 (Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas por Duncan al 5 %)

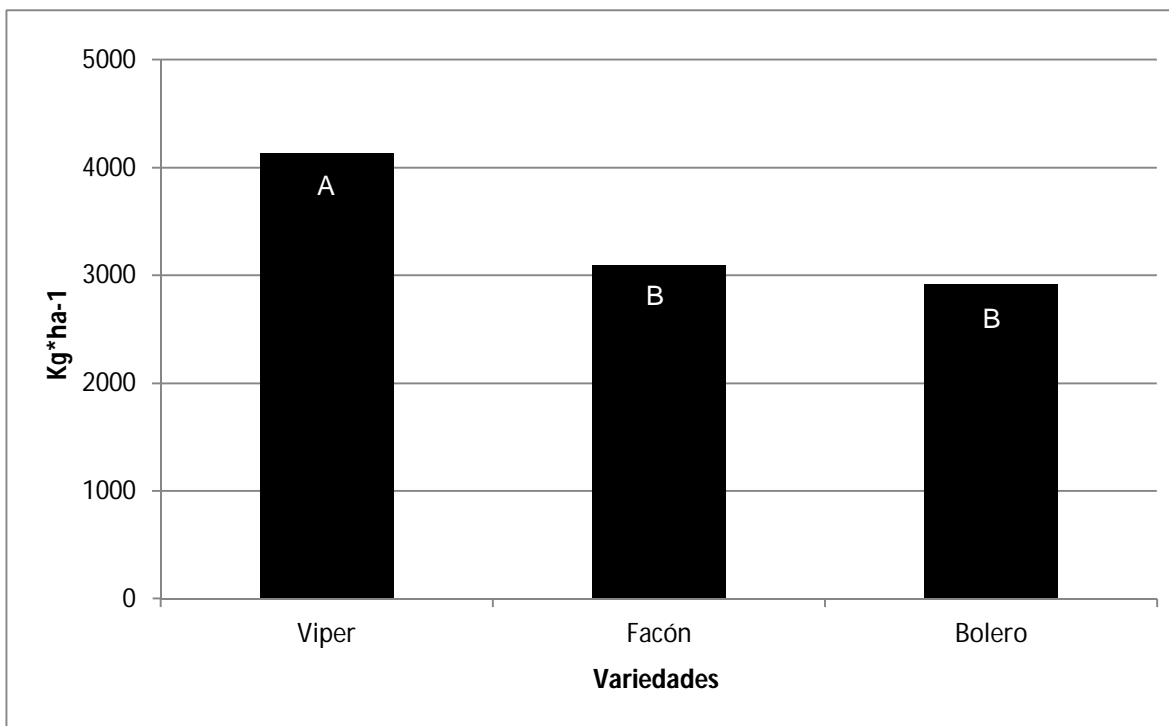


Figura 2. Rendimiento promedio de dos localidades campaña 2009-2010 (Letras distintas indican diferencias significativas test Fisher 5%)

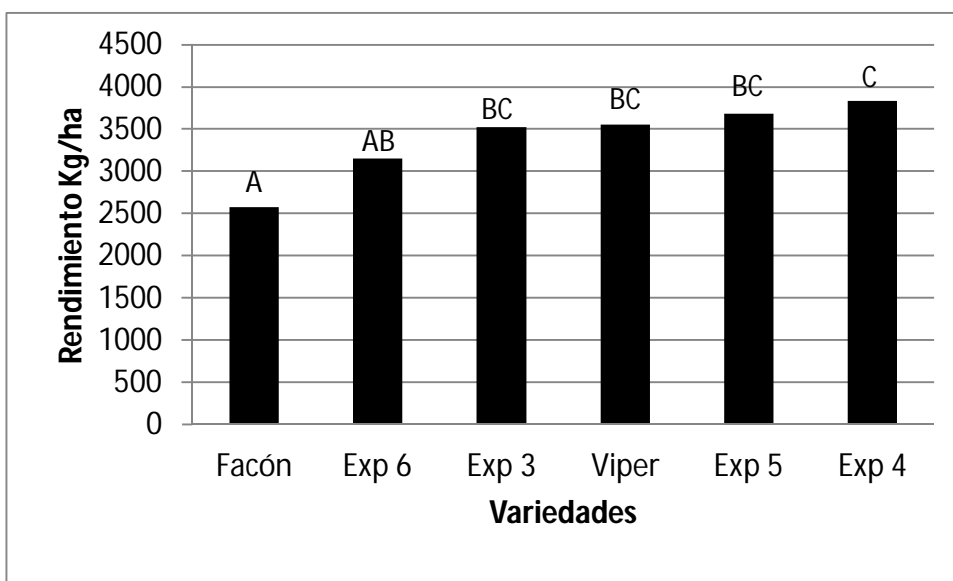


Figura 3. Peso de 1000 semillas. (Letras distintas indican diferencias significativas test Fisher 5%)

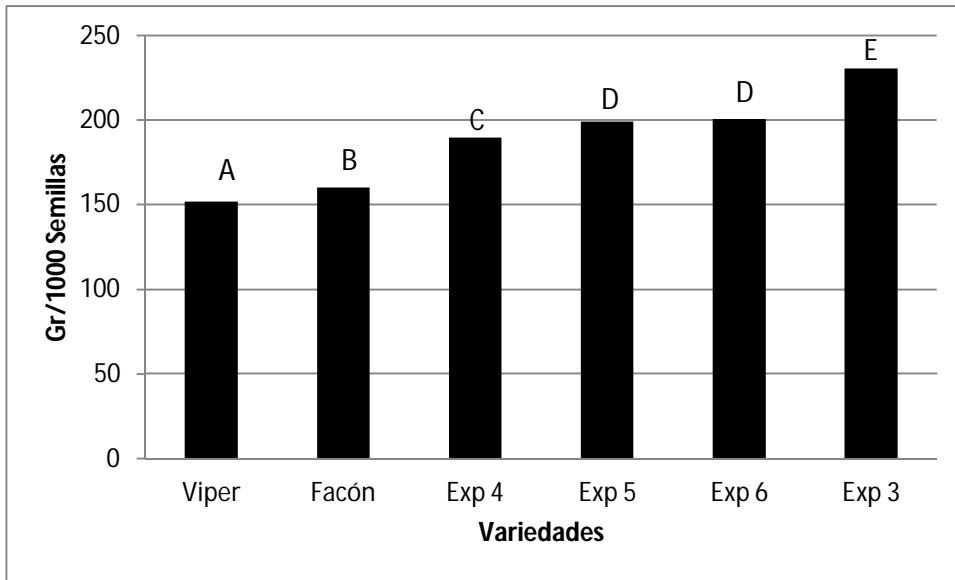


Figura 4. Efecto de la densidad sobre el rendimiento en Arveja . (Letras distintas indican diferencias significativas test Fisher 5%)

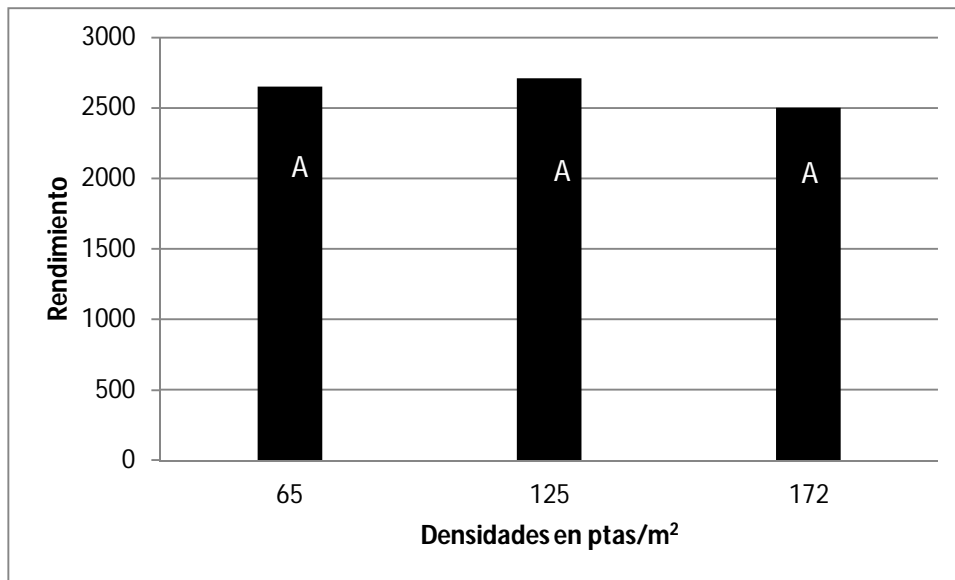


Figura 5. Relación entre el número de semillas y el rendimiento. (Prieto, comunicación personal)

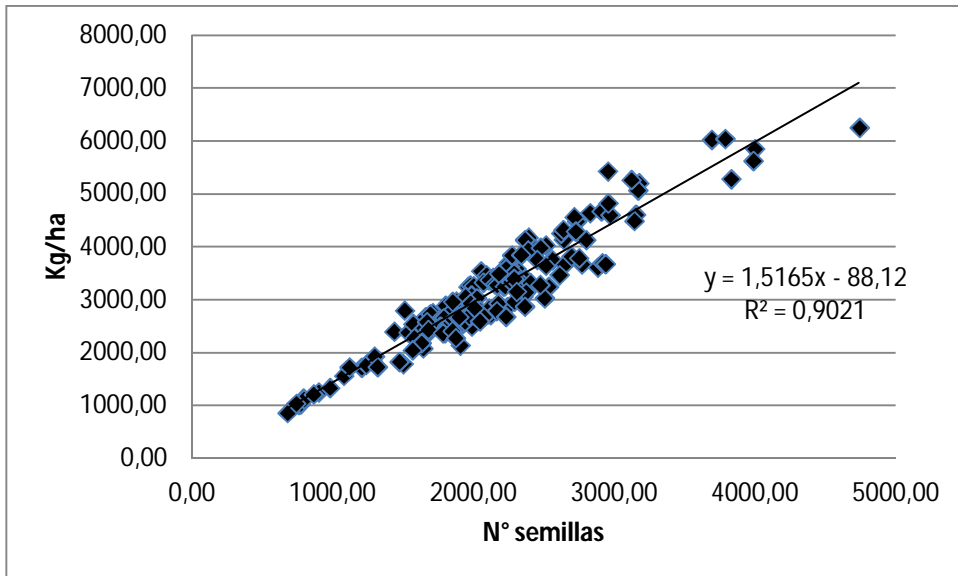


Figura 6. Índice de cosecha de macronutrientes en arveja.

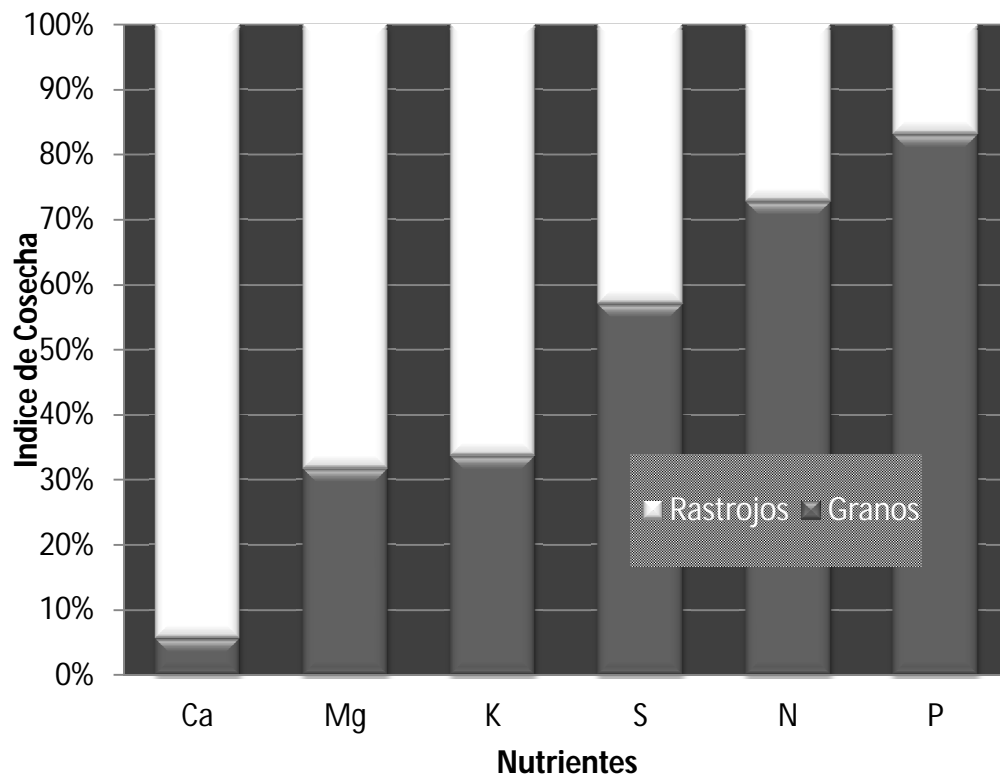


Figura 7. Índice de cosecha de micronutrientes en arveja.

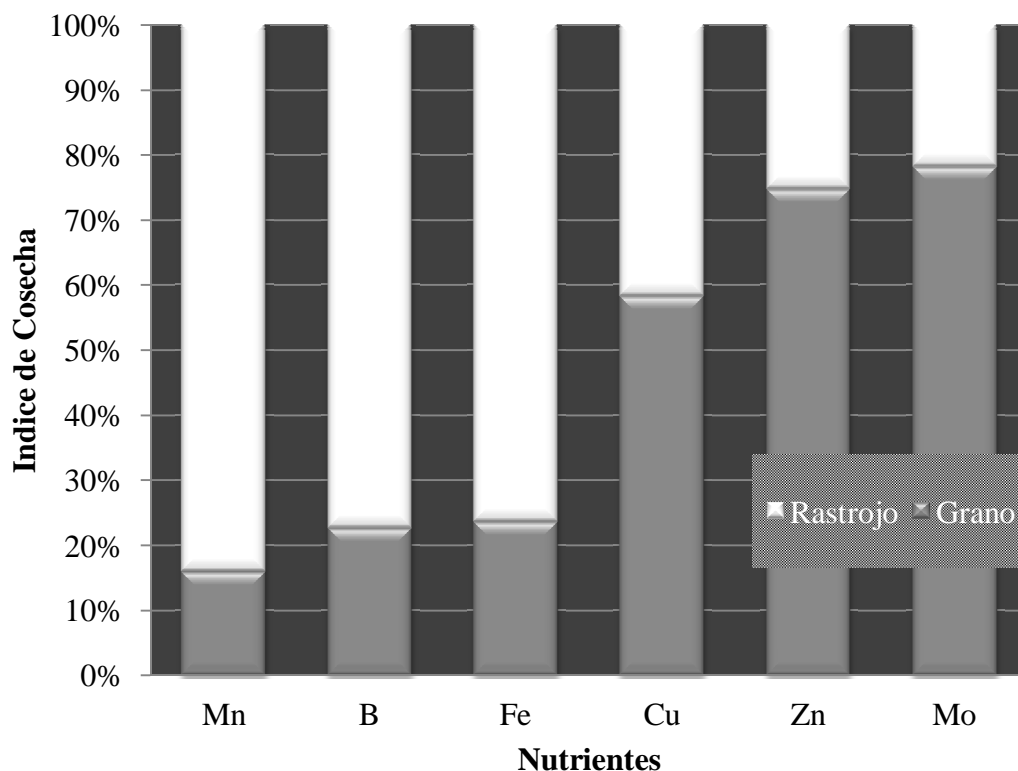


Tabla 1. Escala Fenológica de Knott, 1987.

<i>Estados</i>	<i>Código</i>	<i>Definición</i>	<i>Descripción</i>
Emergencia	000	Semilla seca	
	001	Semilla inbibida	
	002	Aparición de la radícula	
	003	Aparición de plúmula y radícula	
	004	Emergencia	
Estados Vegetativos	101	Primer nudo visible	Hoja totalmente desplegada sin zarcillos.
	102	Segundo nudo	Hoja con un par de folíolos y zarcillo simple
	10n	Enésimo nudo en tallo principal	n número de nudo en tallo ppal. con hoja totalmente expandida
Estados Reproductivos	201	Pimpollo floral encerrado en brácteas	Pequeño pimpollo encerrado en el ápice del tallo ppal.
	202	Pimpollo visible	Pimpollo expuesto por fuera de las brácteas
	203	Primera flora abierta	

	204	Fijación de grano	Presencia de vaina inmadura
	205	Vaina plana	
	206	Vaina engrosada	Desarrollo completo de la vaina pero con semillas inmaduras
	207	Llenado de grano	
	208	Semilla Verde Arrugada	Pérdida de humedad del grano, aún de color verde
	209	Semilla Amarilla Arrugada	Cambio de color de la semilla
Senescencia	301	Vainas inferiores secas de color marrón, vainas superiores estado 209	
	302	Vainas superiores estado 209	
	303	Todas las vainas de color marrón. Humedad de cosecha.	

Tabla 2. Necesidades nutritivas de Arveja por tonelada de grano producido (Prieto 2010)

Nutriente	Kg /tn
Nitrógeno	42
Fósforo	5
Potasio	24
Magnesio	4
Azufre	2

Reference List

1. Cruzate, G and R.Casas. Balance de Nutrientes. Fertilizar 8[Edición Especial Sostenibilidad], 7-13. 2003.
Ref Type: Magazine Article
2. INTA. Recomendaciones prácticas para el cultivo de la arveja. 1-50. 1987. EEA INTA San Pedro.
Ref Type: Generic
3. Knott,C.M. 1987. A key for stage development of the pea (Pisum sativum). Ann. Appl. Biol 111:233-244.

4. Martínez, F and Cordone, G. **Fertilización De La Secuencia De Cultivos Invernales Alternativos Al Trigo/Soja De Segunda. Campaña 2004-05.** 2008. Informaciones de la EEA INTA Oliveros.
Ref Type: Report
5. Meadley, J.T; Milbourn, G. M. 1971. The growth of vining peas. III. The effect of shading on abscission of flowers and pods. J. Agric.Sci. Camb. 77, 103-108.
6. PoggioS.L; Satorre, E.H; Dethiou, S; Gonzalo, G.M. 2005. Pod and seed number as a function of photothermal quotient during the seed set period of field pea (*Pisum Sativum*) crops. European Journal of Agronomy 22, 55-69
6. Prieto, G and Antonelli, M. Evaluación de cultivares de Arveja. 2008.
Ref Type: Internet Communication
7. Prieto, G; Cortina, E; Casciani, A; Buschitari, D. 2011. Ensayo de densidad de siembra en Arveja. Gacetilla del Departamento Técnico de Agricultores Federados Argentinos SCL. N° 15 Abril 2011.
8. Prieto, G, Michetti, G, and Vitelli, D. Resultado de la red de cultivares de arvejas canadienses. Gacetilla del Depto Técnico de Agricultores Federados Argentinos SCL. [11]. 2009.
Ref Type: Magazine Article
9. Prieto, G; Salvagiotti, F. 2010. Fertilización con fósforo y azufre en arveja (*Pisum sativum*) en el Sudeste de Santa Fe. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo pp 158.
10. Prieto, G; Vita, E. 2010.Relevamiento de la superficie de cultivos de invierno en el área de la AER Arroyo Seco. En
http://www.inta.gov.ar/oliveros/actual/doc/Relevamiento_de_%C3%A1rea_de_cultivos_de_invierno_en_el_%C3%A1rea_de_la_AER_INTA_Arroyo_Seco.pdf
11. Prieto, G; Vita, E. 2010.Relevamiento de la superficie de cultivos de invierno en el área de la AER Arroyo Seco, año 2010. En
http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/articulos_tecnicos/doc/Relevamiento-superficie-cultivos-de-invierno-AER-INTA-Arroyo-Seco-2010.pdf
12. Rennie,R.J., andS.Dubetz. 1986. Nitrogen-15-Determined Nitrogen Fixation in Field-Grown Chickpea, Lentil, Fababean, and Field Pea. Agron. J. 78:654-660.