EXPERIMENTOS DE NUTRICIÓN EN EL CULTIVO DE ARVEJA

Resultados de dos campañas agrícolas
Ciclos 2013 y 2014

UCT Agrícola - INTA EEA Pergamino,

Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino. Av Pte. Dr. Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino
Ferraris.gustavo@pergamino.inta.gov.ar

Palabras claves: arveja, nutrientes, hormonas, fitotoxicidad, fósforo, rendimiento

INTRODUCCIÓN

La arveja *(Pisum sativum)* es una leguminosa invernal, subfamilia Papilionoidea. El hábito de crecimiento de las variedades cultivables es indeterminado, con respuesta fotoperiódica cuantitativa a días largos. En nuestro país, se producen mayormente arvejas verdes, de grano liso, para cosecha en seco y consumo humano, aunque también existen pequeñas áreas de producción de variedades con otras características (cosecha en fresco, etc). Las etapas desde germinación están en función de la temperatura, debiendo acumular a la emergencia entre 120 y 166 °C (Tb=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.

Requerimientos nutricionales

El consumo de agua es sensiblemente menor al de colza y cereales de invierno. Se cosecha en forma anticipada respecto de trigo, cebada y colza invernal. El balance de nitrógeno (N) es menos negativo que en el caso de cereales de invierno. Por este motivo, es un excelente antecesor para cultivos de verano, tanto soja como maíz o sorgo. 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 N.

Tabla 1: *Requerimientos nutricionales de la arveja.*

Nutriente	**kg/ ton producida**	**kg/ ton producida**	**Indice de cosecha**
Fuente	**Prieto, 2010**	**Prieto, 2013**	**IPNI, 2013**
Nitrógeno (N)	42	53	0,72
Fósforo (P)	5	4	0,82
Potasio (K)	24	31	0,32
Calcio (Ca)	s/d	22	0,06
Magnesio (Mg)	4	4	0,30
Azufre (S)	2	2	0,57

Las legumbres invernales fueron cultivadas durante mucho tiempo en regiones hortícolas, en establecimientos pequeños que utilizan como práctica habitual aplicaciones de fertilizantes foliares y tratamientos hormonales mayormente con giberelinas, aunque no se han reportado incrementos significativos por su utilización (Prieto, 2010). El uso de inoculantes conteniendo *Bradyrhizobium leguminosarum* y la fertilización con fósforo, azufre y otros nutrientes es relativamente reciente, y algunos trabajos reproducen criterios y umbrales similares a otras leguminosas como la soja (Prieto y Salvagiotti, 2010; Salvatori, 2012). Por otra parte, las leguminosas suelen ser cultivos sensibles a la aplicación de fertilizantes en línea de siembra, los cuales retrasan la emergencia, disminuyen el stand de plantas y perjudican el establecimiento de nódulos.

Los objetivos de estas experiencia son: 1. Evaluar el efecto aditivo de diferentes tecnologías de nutrición–inoculación, fertilización con fósforo, azufre, fosfitos, hormonas y micronutrientes- sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento del cultivo y 2. Cuantificar los resultados de la aplicación de dosis crecientes de superfosfato triple de calcio (0-20-0) sobre la emergencia y rendimiento

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las campañas 2013 y 2014, se condujeron ensayos de campo relacionados con la nutrición del cultivo en la EEA INTA Pergamino y localidades aledañas, en un suelo sin antecedentes de legumbre. Los ensayos se sembraron el día 14 de Julio (2013) y 21 de Julio (2014), con una sembradora experimental de siembra directa que distancia las hileras a 0,20 m. Las campañas fueron climáticamente contrastantes: 2013 fue mayormente seco (231,9 mm durante el ciclo) y en 2014 ocurrieron mayores precipitaciones (380,9 mm) siendo dos campañas medianamente favorables desde los rendimientos. En ambos casos se utilizó la variedad Viper, semiáfila y de porte semierecto, de grano verde y liso preferentemente destinada a consumo humado. Durante el ciclo de cultivo se realizaron 2 tratamientos fungicidas, junto al control de pulgón y oruga bolillera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

A: *Ensayos de fertilización fósforo azufrada.*

La fertilización especialmente fosforada es un factor relevante para el cultivo de legumbre, estando asociado a un más rápido crecimiento, cobertura, y duración del área foliar. En ensayos realizados en la EEA Pergamino se ha comprobado que el fósforo aumenta el número y tamaño de los nódulos, posibilitando interacciones positivas entre fósforo (P) y N (Ferraris et al., 2013, Ferraris, 2014). A los efectos comprobados en las legumbres, se puede agregar el residual sobre los cultivos de segunda (Figura 1). Los efectos del azufre (S) en cambio suelen ser ambivalentes, con respuestas escasa (Figura 1) a moderadas (Figura 3) en legumbres en general, que pueden ser más relevantes en soja de segunda.

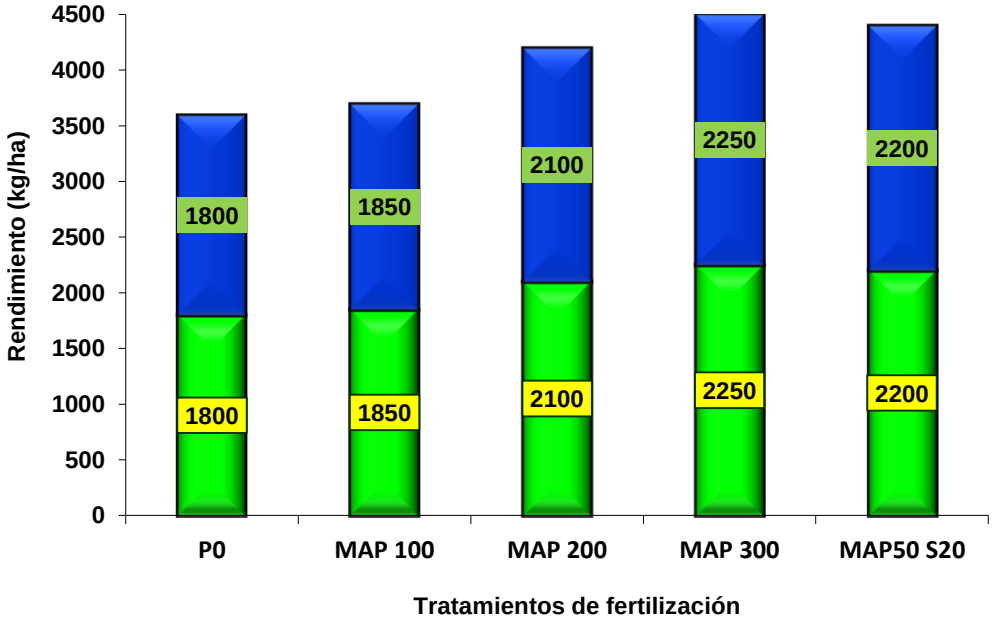


Figura 1: *Rendimiento de la secuencia arveja-soja según tratamientos con dosis crecientes de fósforo y el agregado aditivo de azufre.* ***EEA INTA Pergamino, Campaña 2013/14.***

Las legumbres, como la mayor parte de los cultivos no-gramíneas, es muy sensible a la aplicación de fertilizantes en línea, los cuales suelen provocar caídas ostensibles en el stand de plantas emergidas (Figura 2). No obstante, la especie suele comportarse mejor que otras especies leguminosas i.e. soja y no leguminosas como girasol o colza. En las dosis habitualmente utilizadas a campo, las pérdidas en el stand de plantas suelen ser compensadas por el crecimiento compensatorio de las remanentes (Figura 3). Es interesante destacar que no sólo se verifica respuesta al agregado de P, sino un interesante efecto de dosis, comprobado tanto en la campaña seca 2013 (Figura 1), como así también en el año más húmedo 2014 (Figura 3).

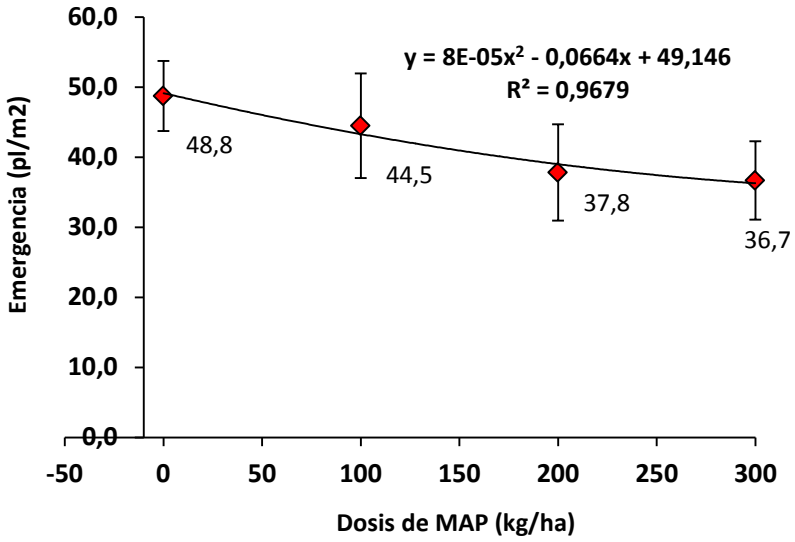


Figura 2: *Plantas emergidas luego de la aplicación de dosis crecientes de fosfato monoamónico (12-23-0) en línea. Distanciamiento entre hileras 0,20 m. Agua Util a la siembra: 1 mm/cm de suelo (70 % de AU máxima). No se registraron lluvias entre siembra y emergencia.* ***EEA INTA Pergamino, Campaña 2014/15***

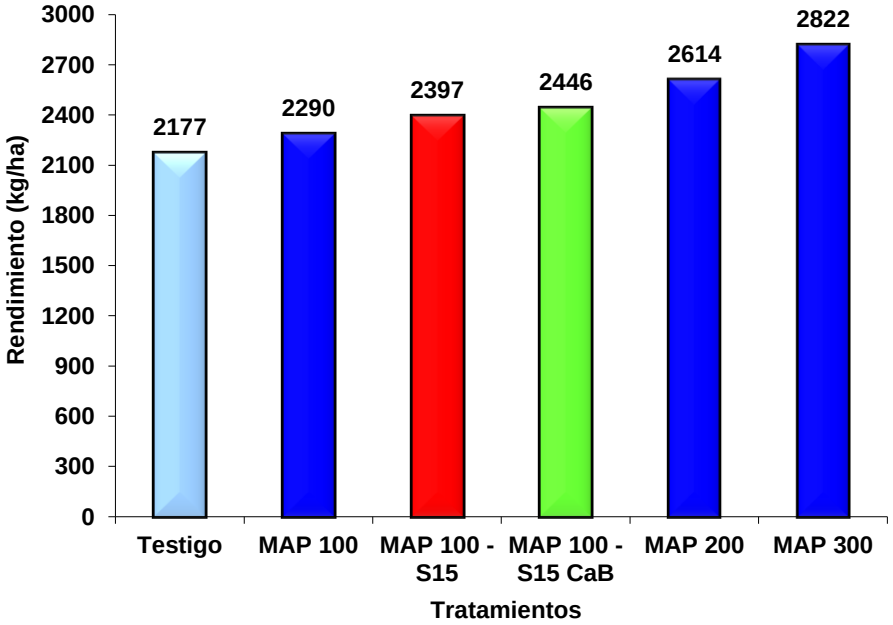
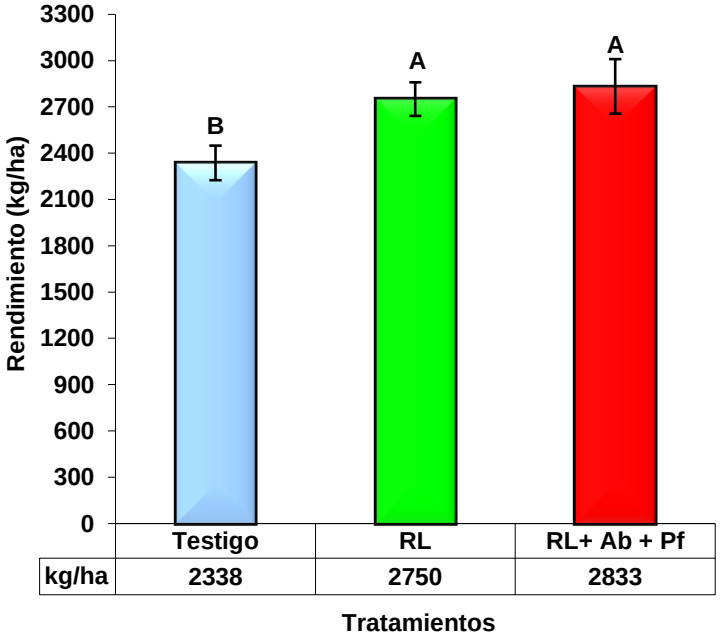


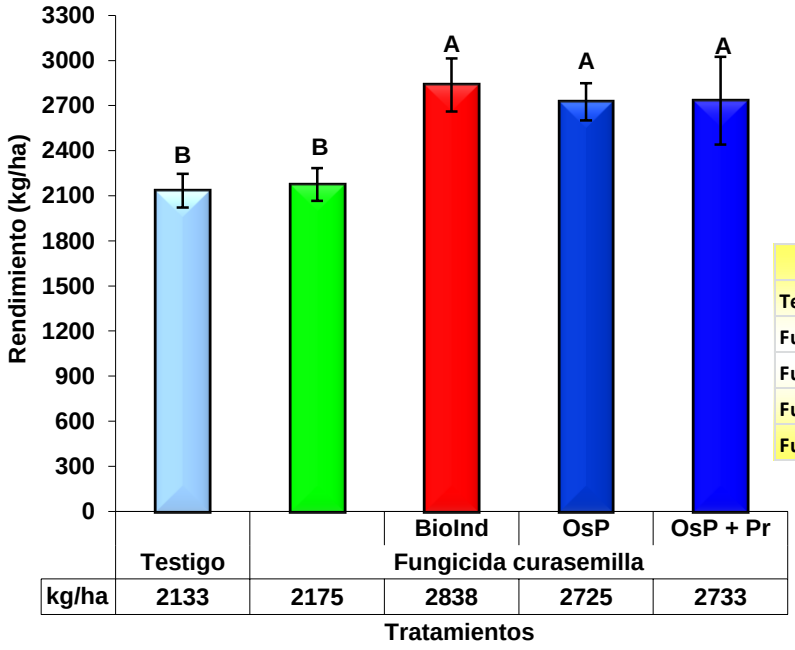
Figura 3: *Rendimiento por la aplicación de fosfato monoamónico (12-23-0) en línea, azufre como sulfato de calcio al voleo a la siembra, y calcio-boro foliar en apertura de las primeras flores (Knott 203). Los rendimientos por P corresponden a las parcelas cuya emergencia se registra en la figura 2. Las diferencias de rendimiento estuvieron en el límite de la significancia estadística (P=0,12; cv=8,3 %).* ***EEA INTA Pergamino. Campaña 2014/15***

B: *Ensayos de inoculación.*

La arveja se cultiva habitualmente en una secuencia espaciada de legumbres, especialmente para evitar enfermedades foliares, de tallo y raíz. Como es un cultivo en expansión, suele introducirse en parcelas nunca antes sembradas con esta especie. Esto transforma a la inoculación en una práctica de alto impacto, de una magnitud equiparable a la fertilización química, lo cual no sucede con otras especies como la soja cuya mayor frecuencia de cultivo determina una masiva colonización de los suelos por las bacterias encargadas de la fijación biológica de nitrógeno (FBN). Prueba esto que la nodulación en los testigos no tratados es muy escasa o nula (Figura 4 a;b). En los últimos años se ha observado el desarrollo de inoculantes específicos para esta legumbre, exitosos en favorecer la nodulación. En la actualidad, se asiste al surgimiento de formulaciones inoculantes de segunda generación, conteniendo PGPM (Figura 4.a), bioinductores y la incorporación de mejores fungicidas (Figura 4.b), cuyos primeros resultados se vislumbran alentadores.



	Nod pl^{-1}	NDVI relativo
Testigo	1,0	0,96
RL	9,1	0,97
RL+ Ab + Pf	9,0	1,00



		Nod pl^{-1}	NDVI relativo
Testigo		1,0	0,96
Fung		0,0	0,96
Fung + RL (bioinductor)		10,0	0,96
Fung + RL (Osmoprotección)		8,0	0,97
Fung + RL (Osmoprot + Protector)		8,0	1,00

Figura 4: *Producción media de arveja según tratamientos de inoculación. a)Rizobium leguminosarum (RL) y otros microorganismos Azospirillum brasilense (Ab) y Pseudomonas fluorescens (Pf). b) Rizobium leguminosarum en formulaciones que incluyen fungicidas curasemillas, bioinductores (BioInd), tecnología de osmoprotección (OsP) y osmoprotección + protectores bacterianos (OsP + Pr). En los cuadros se presenta el número de nódulos planta^{-1}, promedio de 4 repeticiones, 10 plantas por repetición y el NDVI calculado a partir de datos de Green seeker como = NDVI tratamiento N/ NDVI tratamiento completo.* ***EEA INTA Pergamino, año 2014.***

C: *Tecnologías de producción y nutrición.*

En las Figuras 5 y 6 se visualizan los resultados de tecnologías no convencionales aplicadas sobre esta legumbre. De la figura 5 se visualiza la importancia de la inoculación (T2-T1) y la fertilización (T3-T2) como las principales variables capaces de incrementar los rendimientos de este cultivo, y se suma un efecto muy interesante por la aplicación de un balance de hormonas de

crecimiento, siendo de menor importancia el efecto de ZnB. El ensayo realizado en Peyrano 2014 y presentado en la Figura 6 muestra al B como el micronutriente más destacado para la especie. Ambas experiencias sugieren que la importancia de Zn sería menor a la observada en gramíneas.

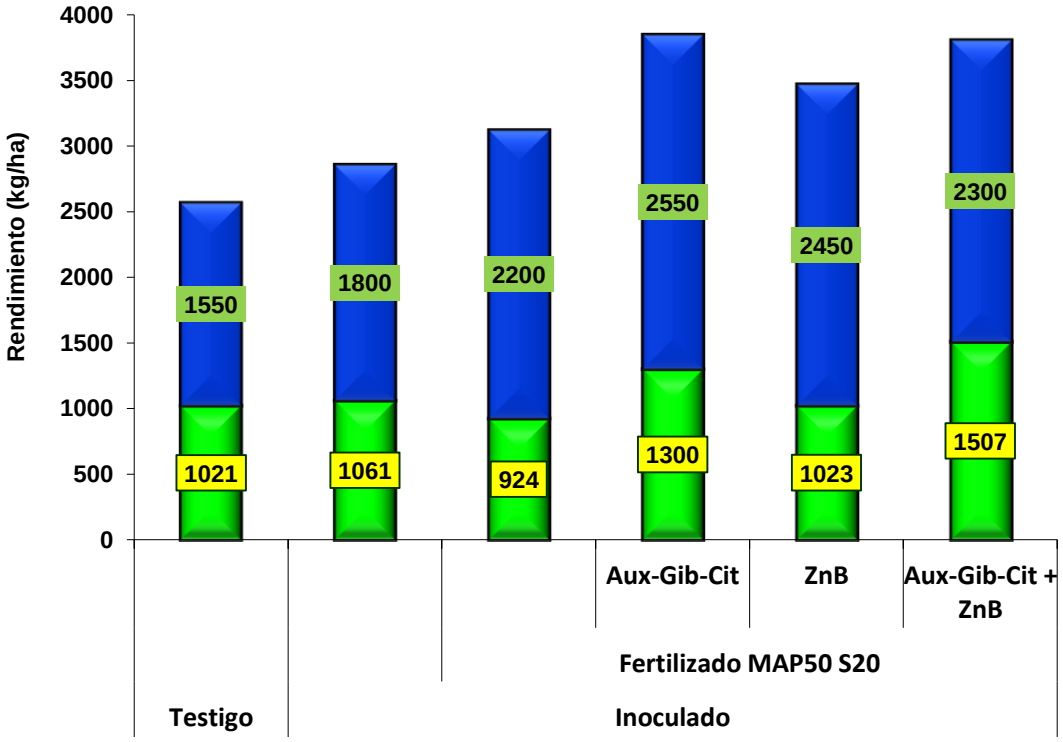


Figura 5: *Rendimiento de la secuencia arveja-soja por la suma aditiva de tecnologías. En el caso de las hormonas de crecimiento y micronutrientes, se aplicaron por vía foliar en estado Knott 203 de arveja y se repitieron en R3 de soja. Pergamino.* ***EEA INTA Pergamino, Campaña 2013/14.***

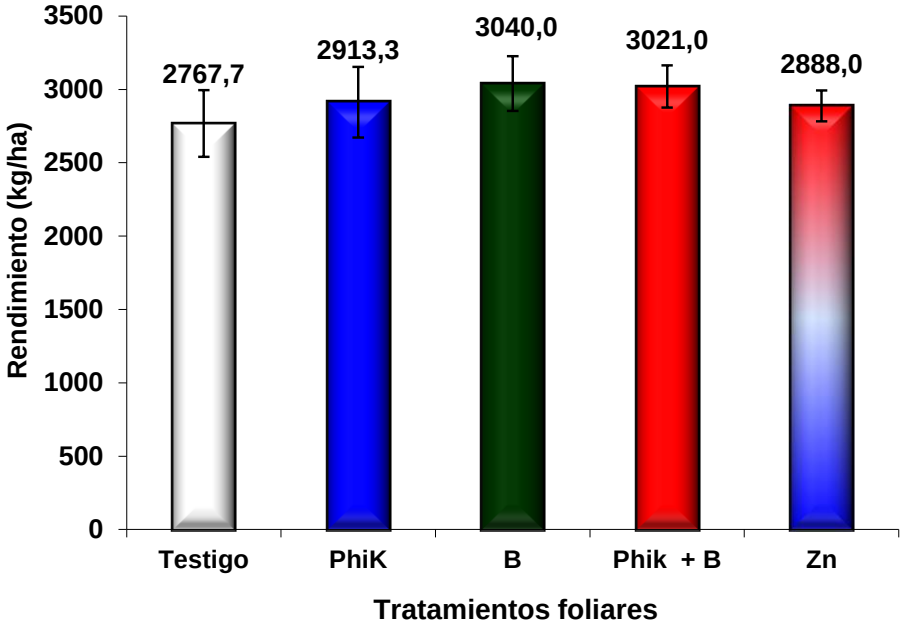


Figura 6: *Producción media de arveja según tratamientos foliares con fosfitos de potasio (PhiK), Boro (B) y Zinc (Zn) Las aplicaciones se realizaron por vía foliar en estado Knott 203.* ***Localidad de Peyrano, Campaña 2014/15.***

CONCLUSIONES

* El cultivo de arveja sostuvo rendimientos aceptables en ambientes contrastantes y muchas veces desfavorables, siendo a la vez un buen antecesor, poco extractivo, de los cultivos "de segunda" subsiguientes.
* La arveja mostró una buena sensibilidad tecnológica, respondiendo favorablemente a la utilización de insumos básicos como inoculantes y fertilizantes con P y S, pero también a la construcción aditiva de rendimientos mediante la incorporación de nuevas tecnologías.
* Dentro de las prácticas evaluadas, la inoculación con Rizobium leguminosarum y la fertilización fosforada son las variantes tecnológicas de mayor impacto sobre los rendimientos.
* La aplicación de fertilizantes en línea es una práctica riesgosa. Si bien las menores temperaturas del suelo, mayor densidad y menor distanciamiento contribuyen a mitigar la agresividad de los fertilizantes, se debería evitar su localización junto a las semillas, y de no ser posible, ajustar la fuente y la dosis en niveles seguros para el cultivo, en vistas a la fuerte depresión de la emergencia que ocasionan.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Albrecht, J., G. Meroi, H. Fontanetto, M. Sillón y P. Ruffino. 2012. Ensayos de cultivos alternativos campaña 2010/2011. Disponible on line:http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/cultivos-legumbres/Ensayos-Cultivos-Alternativos-2010-2011.asp

Ferraris, G. y L. Couretot. 2014. Inoculación del cultivo de arveja. (Pisum sativum L.). Experiencias de la campaña 2013/14. Informe de resultados. 5 pp.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2013. Experimentos de nutrición en el cultivo de arveja. Campaña 2012/13. AAPRESID. Revista de Trigo y Cultivos invernales 2013. 7 pp.

Ferraris, G., L. Couretot y G. Magnone. 2012. Nutrición del cultivo de arveja. AAPRESID. Revista de Trigo y Cultivos invernales 2012. Pp 111-117.

Knott,C.M. 1987. A key for stage development of the pea (Pisum sativum). Ann. Appl. Biol. 111:233-244.

Prieto. 2012. El Cultivo de arveja. Disponible en www.agroconsultasonline.com.ar

Prieto, G. y M. Antonelli, M. 2008. Evaluación de cultivares de Arveja. Ref Type: Internet Communication

Prieto, G. y F. Salvagiotti. 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.

Salvatori, S. 2012. El cultivo de Arveja. En: Actas II Jornada de Actualización de cultivos invernales. AIANBA, Pergamino. 27 de Abril de 2012.