

Poroto mung [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] para la producción de carne de proteína vegetal

Toledo, R. E.
Cereales y Oleaginosas
Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC
rtoledo@agro.unc.edu.ar

Resumen del Taller presentado en el XXVII Congreso de Aapresid, Rosario 2019.

Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CDc6aYT-E6A&t=2s>

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en los próximos 50 años, el planeta necesitará producir más comida que en los últimos 10.000 años, para ello se calcula que la demanda de proteína animal se duplicará en el 2.050. Si imaginamos un futuro sustentable, debe surgir un cambio gradual de objetivos en los sistemas productivos, y pensar en la biodiversidad y sostenibilidad del ambiente, en este sentido, existe una tendencia creciente de desarrollo de productos de proteína vegetal, dónde las legumbres marcan tendencia en diferentes mercados, pero para ello es necesario adquirir nuevos saberes, identificar cultivos que se adapten a nuestros sistemas productivos, y sobre todo generar un cambio hacia el consumo de alimentos saludables como frutas, verduras, legumbres y frutos secos, y reducir progresivamente el consumo de alimentos con azúcares agregados y las carnes rojas, una tarea difícil esto de cambiar la “cultura alimenticia”, más teniendo en cuenta que actualmente el 60% de la proteína agregada a nivel global, proviene de fuentes basadas en animales.

En este contexto, y como un aporte al conocimiento en el manejo agronómico, surge este trabajo sobre el poroto mung [*Vigna radiata* (L.) Wilczek], producido y consumido ampliamente en el sudeste y este de Asia, en el sur de Europa y en el sur de EEUU. A partir del 2.014 en Europa está aumentando gradualmente las importaciones de esta legumbre, lo cual hizo surgir nuevos países “proveedores”, como Myanmar, India y Argentina, y cuyo objetivo es satisfacer la elevada demanda de legumbres de países consumidores de granos -verdes y secos- y de brotes germinados -brote de soja-, cuya importancia no solo radica en su calidad nutricional, sino también es utilizado para la obtención de harinas, alimentos balanceados para animales, etc.

En Argentina las legumbres más importantes que se producen son arvejas, lentejas, garbanzos y porotos -principalmente blancos y negros- Particularmente la producción de poroto mung está aumentando sostenidamente en los últimos años, utilizándose genética australiana proveniente del centro y sur de Queensland, y en el norte de Nueva Gales del Sur, esta región presenta características agroclimáticas similares a la región centro-norte de Córdoba, donde en los últimos años, ha tomado relevancia como un cultivo alternativo, para la diversificación durante el periodo estival. Como un dato orientativo, el rendimiento a nivel mundial es de 12 qq ha⁻¹, y diferentes autores mencionan como referencia, un rango promedio de 5 a 20 qq ha⁻¹. Particularmente en nuestra región los rendimientos logrables son de 10-15 qq ha⁻¹ y potenciales superiores a los 30 qq ha⁻¹. La fecha de siembra (FS) se la considera como una variable de alto impacto para lograr una mayor productividad, pero hay que tener en cuenta que una siembra tardía influye negativamente sobre el llenado y la maduración de los granos, debido a una condición ambiental desfavorable para el

crecimiento y desarrollo. Diversos estudios sugieren un efecto positivo sobre el rendimiento, a través de la reducción del espaciamiento entre surcos (EES) y la densidad (d), pero en algunos casos sin significancia estadística. En este punto se puede mencionar que la disminución del EES es una práctica de manejo cultural, que para algunos autores aumenta la competitividad del cultivo contra las malezas, principalmente en FS tardías.

Basado principalmente en antecedentes internacionales de investigación, el objetivo de este trabajo fue conocer el comportamiento fenológico y productivo de poroto mung en un ambiente representativo del centro de la Provincia de Córdoba, Argentina, y evaluar las brechas de rendimientos según la modificación de la FS, EES y d .

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en el Área Experimental del Campo Escuela de la FCA-UNC (31°19'LS, 64°13'LV) entre las campañas 2015/16 al 2018/19. Se sembraron 3 FS promedio: FS1: 08 de noviembre, FS2: 06 de diciembre y FS3: 26 de enero. Se utilizó la variedad Cristal (origen australiano), con dos EES: 0,52m y 0,26m, y dos densidades promedio de 30 semillas m^{-2} (d óptima (d_o)) y 20 semillas m^{-2} (d baja (d_b)), considerando d_o como un valor promedio de siembra utilizado en los sistemas productivos provinciales. A los 15 días de la emergencia se ralearon plantas para ajustar a la d objetivo, en la cosecha la d final fue de 26 (d_o) y 15 plantas m^{-2} (d_b)

Cada FS se condujo según un diseño completamente al azar en parcelas divididas con 3 repeticiones, con un factor A (EES) en parcelas y un factor B (d) en subparcelas; la unidad experimental fue de 4 surcos (EES: 0,52m) y 8 surcos (EES: 0,26m), en todos los casos de 4 m de largo. Para obtener el rendimiento comercial (expresado en $qq\ ha^{-1}$ y ajustado al 13,5% de humedad), se cosecharon los surcos centrales (2 m^2), y como se trata de un cultivo cuya maduración no es homogénea, la recolección se realizó cuando las plantas superaron una apreciación visual superior al 80% de vainas del color de madurez, dichas muestras fueron secadas, pesadas y luego trilladas con una trilladora estática, para obtener el rendimiento parcelario. Se calculó el tiempo térmico (TT) para determinar la duración de las etapas de siembra a emergencia, de emergencia a floración y de floración a madurez, a través de la fórmula $TT = \sum T^{\circ}C\ media\ del\ aire - T^{\circ}Base\ de\ desarrollo\ (8^{\circ}C)$.

Se utilizó el programa estadístico InfoStat (Versión 2016) para el ANAVA - método de comparaciones múltiples LSD-Fischer al 5% de significancia- para evaluar la interacción FS, EES y d , y para elaborar los gráficos promedios y de distribución empírica.

RESULTADOS

Antes del análisis productivo, cabe mencionar la duración promedio de las etapas de desarrollo del cultivo, la emergencia sobre el suelo fue de 6 días, con un tiempo térmico (TT) promedio de 90°C días, de 38 días de duración de la etapa vegetativa (TT de 545°C días), y de la etapa reproductiva de 43 días (TT de 636°C días), es decir de siembra a madurez de granos transcurrieron 86 días (TT de 1271 °C días). En la Tabla 1 se observa la suma de precipitaciones y temperaturas promedio ocurridas en cada FS, siendo la campaña 2015/16 la que se destacó con

los mayores registros durante el ciclo y en cada FS, la de menores precipitaciones fue la campaña 2017/18. Evaluando el promedio de las cuatro campañas, en la FS2 durante la etapa vegetativa, y en la FS1 durante la etapa reproductiva, fueron las más beneficiadas con las lluvias; con respecto a la temperatura media, durante la etapa vegetativa el promedio fue de 23,0°C y en la reproductiva de 21,6°C. Desde el punto de vista climático la FS3 fue la menos beneficiada tanto con las precipitaciones como con las temperaturas medias.

Tabla 1. Suma de precipitaciones (PP) y promedio de temperatura media (T°C) durante las etapas vegetativas y reproductivas, según campaña y FS.

Campaña	Etapa vegetativa		Etapa reproductiva		Ciclo		
	PP (mm)	T°C	PP (mm)	T°C	Sumatoria PP (mm)	T°C promedio	
FS1	2015/16	248	20,8	125	24,7	373	22,8
	2016/17	100	21,6	164	24,2	264	22,9
	2017/18	77	23,6	138	23,4	215	23,5
	2018/19	103	23,0	200	20,1	303	21,5
FS2	2015/16	123	24,8	263	22,4	386	23,6
	2016/17	193	23,7	82	24,5	275	24,1
	2017/18	152	24,2	58	22,6	210	23,4
	2018/19	206	22,1	157	21,8	363	22,0
FS3	2015/16	190	24,4	181	19,0	371	21,7
	2016/17	52	24,4	45	18,6	97	21,5
	2017/18	55	23,1	25	20,6	80	21,8
	2018/19	89	21,0	129	17,3	217	19,1

El promedio de rendimiento fue de 12,16 qq ha⁻¹ con un registro mínimo de 1 qq ha⁻¹ y un máximo de 35 qq ha⁻¹, en función de los valores obtenidos, el 90% de los mismos (percentil 10) superaron los 2 qq ha⁻¹ y el 10% de los valores (percentil 90) estuvieron por encima de los 25 qq ha⁻¹.

Al analizar la distribución de rendimiento según la FS, los mejores resultados se obtuvieron entre la FS2 (triángulo) y la FS1 (cuadrado), con una leve superioridad de la siembra de diciembre, sin embargo, no se obtuvo diferencias estadísticas entre las mismas, pero si entre dichas FS con respecto a la FS3 (círculo), donde el registro promedio disminuyó marcadamente, por ello no es una FS adecuada para obtener productividad, sumado a que el percentil 90 fue de alrededor de 8 qq ha⁻¹, en cambio en las otras FS fue de alrededor de 29 qq ha⁻¹ (Figura 1a y 1b).

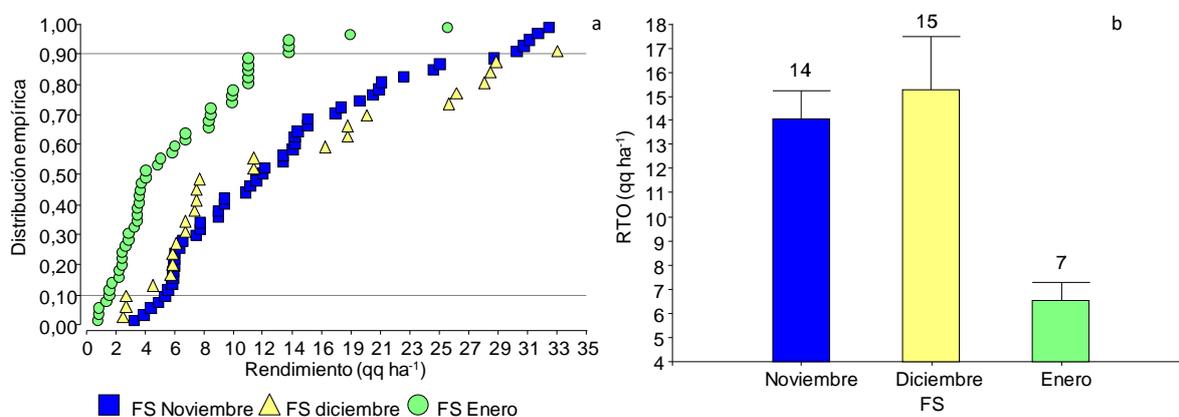


Figura 1a. Distribución de rendimiento según FS. **Figura 1b.** Promedio según FS.

Con respecto al efecto del EES sobre el rendimiento, se obtuvieron tendencias similares, con una leve superioridad cuando se sembró a 0,26m (triángulo) pero sin diferencias estadísticas significativas. El 10% de los valores (percentil 90) superaron los 30 qq ha⁻¹ (EES: 0,26m) a diferencia del EES a 0,52m (círculo) dónde dicho percentil fue de 24 qq ha⁻¹. (Figura 2a y 2b).

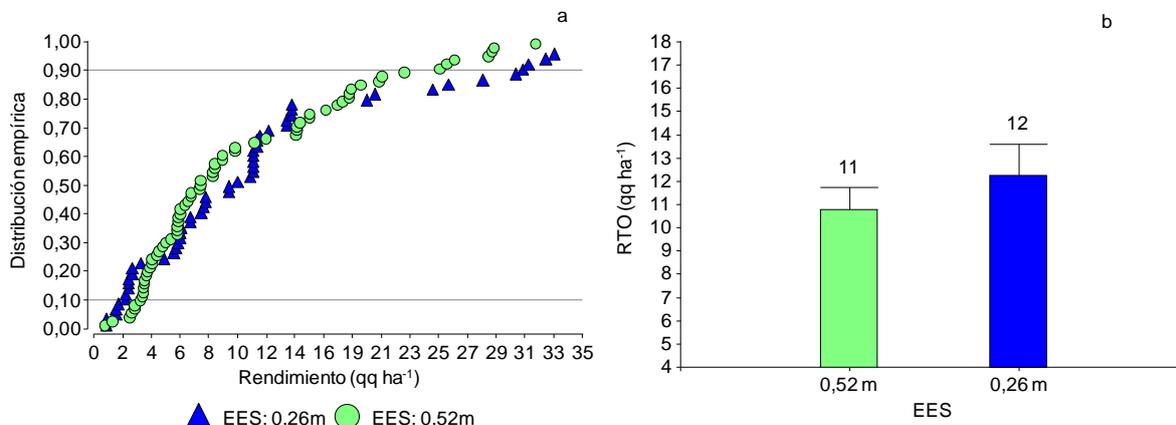


Figura 2a. Distribución de rendimiento según EES. **Figura 2b.** Promedio según FS.

Al evaluar el efecto de la modificación de la *d*, se observa similares distribuciones, obteniéndose una diferencia en el percentil 90, donde con *db* (triángulo) el 10% de los registros superaron los 30 qq ha⁻¹, en cambio con *dó* (círculo) el valor fue de 22 ha⁻¹. En promedio se puede mencionar que con una *db* se obtuvo 2 qq ha⁻¹ por encima de la *dó*, pero sin diferencias estadísticas significativas. (Figura 3a y 3b)

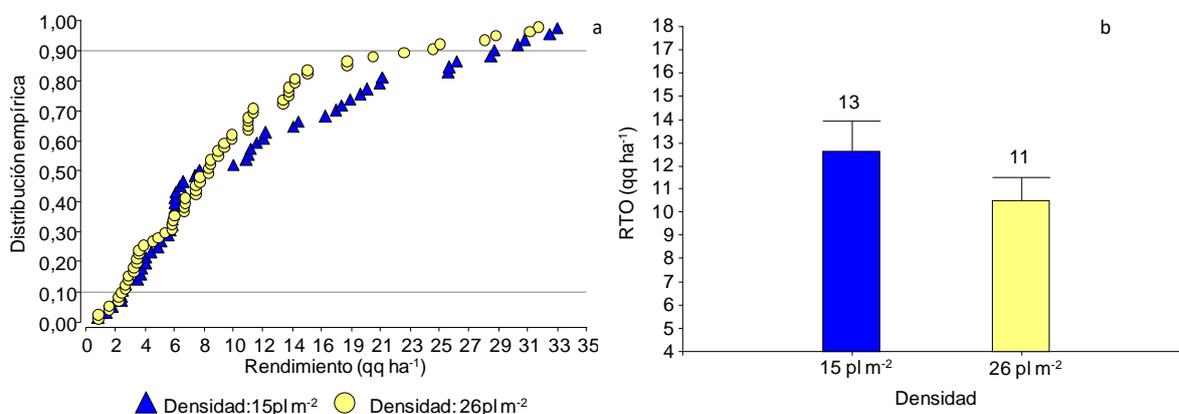


Figura 3a. Distribución de rendimiento según *d*. **Figura 3b.** Promedio según FS

Conocido es que los componentes numéricos del rendimiento son el número de granos m⁻² y el peso de los 1.000 granos, en la siguiente tabla se observan dichos valores junto con el rendimiento (expresado en g m⁻²), con respecto al 1^{er} componente, el promedio general fue de 1.705 granos m⁻², con registros superiores entre la FS2 y la FS1, con un registro levemente superior en la FS2 a 0,26m de EES y con una *db* (2.636), pero sin diferencia estadística con respecto a la FS1 a 0,26m y un *db* (2.594), en la FS3 en ambos EES con *db* se obtuvo el menor registro (848). En cuanto al peso de 1.000 granos el promedio general fue de 71,50 g; el máximo valor promedio se obtuvo en la FS2, dónde se obtuvo similar respuesta tanto con *dó* como *db* y EES a 0,52 m (78,00 g). Los menores promedios se obtuvieron en la FS1,

dónde solo a 0,52m de EES y db, el registro fue cercano al promedio de la FS3, el resto de los valores de la FS1 fueron similares entre sí, sin diferencias estadísticas entre ellos, el peor promedio (64,62 g) fue en dicha FS con EES a 0,26 m.

Tabla 2. Valores promedios del número de granos m⁻², el peso de 1000 granos y rendimiento.

FS	EES	d final	Nº granos m ⁻²	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (g m ⁻²)
Nov	0,26 m	15 pl m ⁻²	2594 a	64,62 c	163,3 a
		26 pl m ⁻²	2016 ab	66,85 c	128,9 ab
	0,52 m	15 pl m ⁻²	1962 ab	71,39 abc	138,4 a
		26 pl m ⁻²	2037 ab	67,83 c	138,1 ab
Dic	0,26 m	15 pl m ⁻²	2636 a	77,36 ab	198,0 a
		26 pl m ⁻²	1874 ab	72,15 abc	138,3 ab
	0,52 m	15 pl m ⁻²	2107 ab	78,62 a	162,2 a
		26 pl m ⁻²	1581 ab	78,34 a	121,8 ab
Ene	0,26 m	15 pl m ⁻²	848 b	70,39 abc	57,5 b
		26 pl m ⁻²	1043 b	71,81 abc	71,6 b
	0,52 m	15 pl m ⁻²	850 b	76,87 ab	65,3 b
		26 pl m ⁻²	920 b	69,36 bc	62 b

Registros con letras iguales no tienen diferencias estadísticas significativas (p > 0,05)

CONCLUSIÓN

Nuestro país no tiene una cultura de alimentación en base a legumbres, lo demuestra el consumo per cápita de unos 800 g año⁻¹, contra los aproximadamente 110 kg año⁻¹ de consumo de carnes rojas, pero cabe destacar que, en el último tiempo, distintas instituciones plantean la necesidad de incorporar proteína vegetal, en nuestra alimentación. Las legumbres son un alimento muy recomendado debido a su composición nutricional, aportan a la dieta tanto hierro como la carne de vaca, los granos son libres de gluten, colesterol y sodio, a esto se le suma la alta resiliencia al cambio climático de las mismas, y la menor huella hídrica y de carbono comparado con los cultivos tradicionales, en particular el poroto mung va en esa línea de cultivo sustentable.

En función del objetivo planteado en este trabajo, se puede mencionar que es significativo la influencia del momento de siembra sobre las respuestas productivas del cultivo. Particularmente en la siembra de diciembre, se obtuvieron los mejores registros, con una tendencia de mejores promedios con el EES de 0,26 m y una d de 15 plantas m⁻², por otro lado, la siembra tardía en todas las situaciones analizadas generó una reducción marcada del rendimiento, pero la utilización, sobre todo del menor EES, genera que el cultivo sea más eficiente en el uso de los recursos, agregando que esta medida favorece el control de malezas.

Los resultados obtenidos permitieron obtener información productiva sobre este cultivo “nuevo” para la región, y por otro lado, se pudo comprobar su adaptación a nuestras condiciones agroclimáticas, considerándolo como una buena opción para incorporarlo en los sistemas productivos del centro-norte de Córdoba, con la ventaja de adaptarse mejor en lotes con una baja disponibilidad hídrica, y su menor permanencia en los lotes, comparado con los tradicionales, permite más tiempo para la recarga y recuperación de agua del perfil, para el cultivo invernal siguiente.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Llanes, G. con quien se inició la experiencia con este cultivo.

Al Ing. Agr. Suarez Archilla, P. de la empresa Quijada Agropecuaria S.A., por facilitar el material genético evaluado.

A los estudiantes Castillo, M. y Rodriguez, S. y al Ing. Agr. Lujan Avalos, J. por el registro, recolección, procesamiento y evaluación de datos.

A los integrantes de la asignatura Cereales y Oleaginosas de la FCA, UNC.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Birhanu, A., Tadesse, T. y Tadesse, D. (2018) Effect of inter- and intra-row spacing on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* L.) under rain-fed condition at Metema District, northwestern Ethiopia. *Agric & Food Secur* 7: 84. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40066-018-0234-9>

CBI (Centro para la promoción de importaciones) (2019) Exporting dried mung beans to Europe. Recuperado de: <https://www.cbi.eu/market-information/grains-pulses/dried-mung-beans>

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C. InfoStat versión (2016). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar/>

Gooding, M. (2017) The Effects of Growth Environment and Agronomy on Grain Quality. (Capítulo 18) En: *Cereal grains*. pp: 493-512. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081007198000188>

Imran, Asad Ali Khan, Inamullah Inam and Fayaz Ahmad. (2016) Yield and yield attributes of Mungbean (*Vigna radiata* L.) cultivars as affected by phosphorous levels under different tillage systems. *Cogent Food & Agriculture* 2: 1151982. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2016.1151982>

Rachaputi, R., Chauhan Y., Douglas C., Martin W., Krosch S., Agius P., King K. (2015). Physiological basis of yield variation in response to row spacing and plant density of mungbean grown in subtropical environments. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429015300162>

Singh, K. and Sarabjot, K. (2018). Growth dynamics and yield of mungbean under different growing environments. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329964725_Growth_dynamics_and_yield_of_mung_bean_under_different_growing_environments

Shantharaja C., Mahajan, S., Rajora, M. y Bhatt, R. (2016) Effect of Sowing Dates, Plant Density, Seed Treatment and Fertilizers on Performance and Quality Seed Production in Mungbean [*Vigna Radiata* (L.) Wilczek]. *Vegetos* 29:3. doi: 10.5958/2229-4473.2016.00061.6. Recuperado de: https://www.scitechnol.com/peer-review/effect-of-sowing-dates-plant-density-seed-treatment-and-fertilizers-on-performance-and-quality-seed-production-in-mungbean-vigna-r-yRXS.php?article_id=5383

Vizgarra, O. (2017). Poroto mungo, una alternativa estival. Recuperado de: <http://www.lagaceta.com.ar/nota/734850/actualidad/poroto-mungo-alternativa-estival.html>

*Parte del trabajo se realizó con recursos del proyecto PROIINDIT “Efecto de la modificación de la fecha de siembra y la estructura del cultivo sobre la respuesta productiva de Poroto mung [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]” Resolución HCD 281/2017.*



Elaborado por: Ing. Agr. (Esp) Rubén Toledo. Cereales y Oleaginosas, FCA, UNC.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons. Atribución 2.5 Argentina