

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE TRIGO SARRACENO (*FAGOPYRUM ESCULENTUM MOENCH*), EN LA ZONA CENTRO DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Toledo, Rubén ^{a*}; Esteves, Noelia ^{b*}

^a Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cereales y Oleaginosas. Córdoba, Argentina.

^b Asesor privado.

*rtoledo@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

Retomando una experiencia realizada en la campaña 2011/2012 por la Ing. Agr. Dionisi de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la U.N.C., se trabajó sobre trigo sarraceno en condiciones de secano en el centro de Córdoba, con el objetivo de comenzar una serie de experiencias para conocer el desenvolvimiento fenológico y productivo del cultivo en nuestro ambiente. Para ello, durante la campaña 2018/2019 se evaluó la variedad Mancan, la única inscripta en el Instituto Nacional de Semillas (INASE). En tres fechas de siembra (FS) el ciclo promedio fue de 73 días, con una etapa vegetativa de alrededor de 3 semanas, con una floración que se prolongó entre 3 y 4 semanas, para luego producirse la formación y llenado de los granos, cuya duración fue de aproximadamente 4 semanas. A nivel productivo se obtuvo un rendimiento promedio de 1,20 g planta⁻¹, destacándose las FS extremas (tanto de noviembre como febrero) como las de mayor rendimiento, el número de granos (NG) promedio obtenido fue de 30 granos planta⁻¹, y el peso de mil granos (PMG) de 39,98 g. Los resultados generales registrados, hablan de un buen comportamiento productivo de trigo sarraceno, en un ambiente representativo de la región central de Córdoba.

Palabras clave: alforfón – fenología – rendimiento – adaptabilidad

INTRODUCCIÓN

El trigo sarraceno ha comenzado a ser de interés para los productores del centro-norte de la Provincia de Córdoba, pero lamentablemente son pocos los antecedentes de investigación sobre el manejo agronómico de este cultivo. Es conocido entre otros nombres como: alforfón, sarraceno, trigo árabe, trigo negro, etc., pero, ¿qué es el trigo sarraceno? Engaña al denominarlo trigo, ya que a primera lectura se lo asocia al conocido cereal, pero en realidad se trata de un pseudocereal primavero-estival, de la familia de las poligonáceas, con flores de color blanco o rosado, pequeñas y agrupadas en inflorescencias terminales. Los frutos son aquenios de tres aristas, contienen una sola semilla y no maduran en forma uniforme.

Se diferencia de los cereales en su mayor valor nutricional, altamente energético y, además, posee vitaminas, minerales y proteínas (10-13%) de alto valor biológico y 8 aminoácidos esenciales incluida la lisina, cosa poco frecuente de encontrar en vegetales. El trigo sarraceno aporta más fibra y tiene menos grasa que la quínoa o el amaranto (otros pseudocereales), aunque es mayor si se compara con los cereales. Contiene mayoritariamente grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas siendo su aporte principal de ácidos grasos esenciales Omega 6. (Ventimiglia y Torrens Baudrix, 2018)

Su harina se utiliza en la industria de la panificación, pastas, etc., y cabe destacar que dicha harina no contiene gluten, razón por la cual los productos hechos con harina de trigo sarraceno, pueden ser consumidos por personas con afección celíaca. Otro beneficio para mencionar, es la importancia de que sus flores son atractivas para abejas y

sirven como su fuente de alimentación (Imagen 1). Algunos autores mencionan que la miel de trigo sarraceno es de color oscuro -presencia de polifenoles- es rica en antioxidantes, con sabor ligeramente amargo y “aroma picante”.



Imagen 1: Cultivo en floración con presencia de abejas

El trigo sarraceno produce aquenios de color marrón -con tres aristas- llenos de almidón, comúnmente llamados semillas o granos, según su destino. El crecimiento es indeterminado, es decir, no todas las semillas maduran al

mismo tiempo (Halbrecq *et al.*, 2005). Presenta un ciclo productivo corto, característica que permite atenuar el efecto de bajas precipitaciones en zonas semiáridas, y posibilitaría obtener dos cosechas en el año. El cultivo se adapta a la siembra directa, utilizándose sembradoras de granos finos, con un distanciamiento entre surcos de 0,17 m o 0,21 m, con una densidad de siembra recomendada de 200 plantas por m⁻² -60 kg de semillas ha⁻¹- (Dionisi, 2012). Su manejo agronómico es simple, con un bajo impacto en el medio ambiente, ya que prácticamente no requiere el uso de químicos sobre el cultivo, y se adapta a ambientes con deficiencias en agua (Campbell, 1997).

La maquinaria necesaria coincide con las utilizadas para el trigo tradicional, y por el momento no se encuentran problemas fitosanitarios ni plagas que afecten gravemente a este cultivo. Particularmente para Córdoba, coincide con la subregión triguera V, con siembras de septiembre-octubre y que pueden extenderse hasta febrero. El inconveniente con la FS temprana, es la baja disponibilidad hídrica a la salida del invierno, por lo cual una adecuada elección de la FS es determinante para lograr un buen rendimiento. Puede crecer en un amplio rango de condiciones, pero muy sensible a los extremos climáticos, sobre todo cuando ocurre un estrés térmico - altas temperaturas- durante la floración; la temperatura ideal de crecimiento es de aproximadamente 20°C, con noches frescas preferentemente.

Durante la campaña 2018/19, el trigo sarraceno ha sido incorporado, en algunos sistemas del centro-norte de Córdoba, como cultivo de servicio, para controlar malezas como una estrategia de manejo integrado. Si bien puede tener un efecto alelopático, su impacto principal sobre las malas hierbas es a través del sombreado y la competencia. Cuando el clima es fresco en la primavera, el cultivo demora en establecerse, lo cual afecta en la competencia temprana contra las malezas, pero luego su acumulación de biomasa posterior es altamente significativa, a la inversa ocurre en siembras tardías. Según Björkman and Shail (2013) cuando el tiempo térmico acumulado (TT) supera los 700°C día, comienza a ser importante tanto la supresión de malezas como la producción de materia seca.

Como referencia se conoce que el rendimiento promedio mundial estuvo entre los 800 y 900 kg ha⁻¹ y para Sudamérica entre 1.200 y 1.300 kg ha⁻¹. (Popović *et al.*, 2014, FaoStat, 2017) Por todo lo dicho, y basado los pocos antecedentes de investigación locales, se planteó como objetivo generar conocimiento sobre la única variedad inscrita en Argentina, al evaluar su desenvolvimiento fenológico y productivo, en un ambiente representativo del centro de la Provincia de Córdoba.

METODOLOGIA DE TRABAJO

La experiencia se realizó en secano durante la campaña 2018/19, en el Campo Escuela de la FCA-UNC (31°19'LS, 64°13'W), con un diseño de bloques completos al azar

con 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 10 surcos con un espaciamiento entre hileras de 0,17 m y una longitud de surco de 10 m. La idea original fueron de siete momentos de siembra, pero el 09-feb se precipitó un granizo que afectó algunas FS, por esto, en este trabajo, se presentaron datos de la FS del 15-nov (FS1), del 04-dic (FS2) y del 13-feb (FS3).

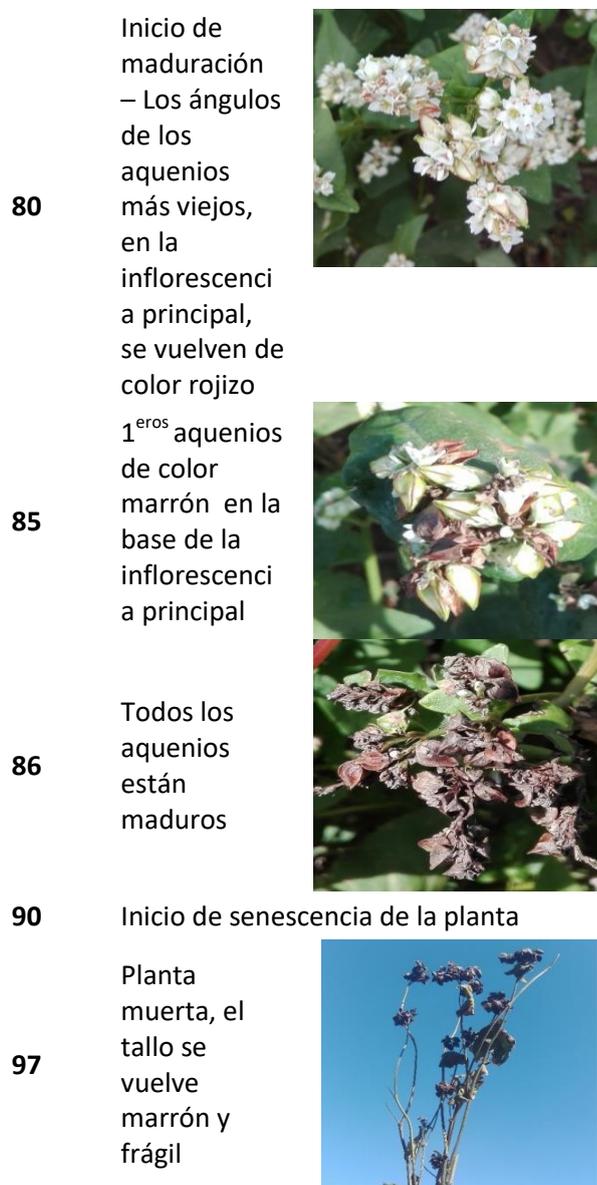
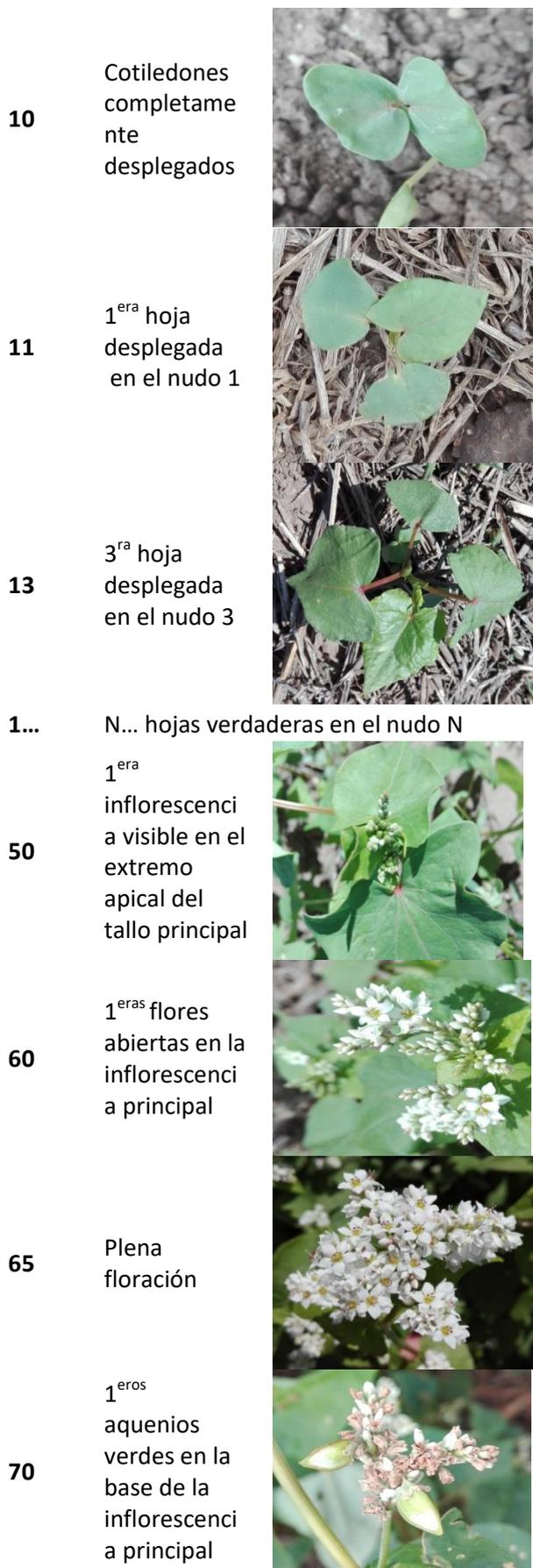
Tabla 1. Sumatoria de precipitaciones y temperaturas medias durante las etapas vegetativa y reproductiva según la FS.

FS	Etapas			
	Vegetativa		Reproductiva	
	Precipitaciones, mm	Temperatura media (°C)	Precipitaciones, mm	Temperatura media (°C)
15-nov	27 mm	21,4 °C	275 mm	23,2 °C
04-dic	57 mm	24,3 °C	220 mm	23,1 °C
13-feb	57 mm	21,4 °C	93 mm	18,3 °C

Se sembró la variedad de origen canadiense llamada "Mancan" provistas por la Ing. Agr. Dionisi, con un promedio de agua útil al momento de la siembra de todas las FS de 140 mm, en el perfil del suelo en los 2 m de profundidad. En la Tabla 1 se observa el acumulado de precipitaciones, y las temperaturas promedio durante la etapa vegetativa y reproductiva según la FS. Se realizó el seguimiento fenológico del cultivo a través de la escala decimal de dos dígitos de BBCH -cuya sigla representan a organismos alemanes- que codifica los estadios fenológicos de las plantas mono y dicotiledóneas. (Meier, 2018). En la Tabla 2 se ilustra con imágenes, los principales estadios del cultivo (etapa 00 a 9). Se realizó el cálculo de tiempo térmico (TT) tomando como temperatura base de 10°C (Cha, *et al.*, 1989, Arduini *et al.*, 2015).

Tabla 2. Descripción e imágenes de las etapas fenológicas principales según clave simplificada de BBCH

Etapas	Descripción	Imagen
00	Semillas	
09	Emergencia de los cotiledones sobre el suelo.	



El registro de cada parcela se obtuvo luego de seleccionar y cosechar 10 plantas de los surcos centrales, esto ocurrió cuando el 80% de los granos tenían el color de madurez. El material fue secado y trillado individualmente para obtener la productividad de cada planta, luego se tomó una muestra representativa de 200 granos parcela⁻¹, para así obtener el PMG (expresado en g). El NG se obtuvo en base a la fórmula de Rendimiento = NG x PMG. El rendimiento y el NG se expresaron por planta, debido a que el granizo afectó la densidad final. Cabe mencionar que tanto la FS1 como la FS2 estaban próximas a ser cosechadas cuando ocurrió el evento y la FS3 se sembró después del mismo.

Se hizo una ANAVA y las medias fueron analizadas por el método de comparaciones múltiples LSD-Fischer al 5% de significancia, utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS

Se observó que las etapas fenológicas transcurrieron rápidamente. El promedio de las 3 FS, registró la aparición de los cotiledones sobre el suelo (etapa 09) en 5 días, con un TT promedio de 67°C día. Luego se desplegaron dichos

cotiledones (etapa 10) y a partir de aquí comenzaron a desarrollarse las hojas (etapas 11, 12, 13, etc.). Cuando se produjo la aparición de la inflorescencia, y dado por el crecimiento indeterminado de la planta, el seguimiento de las etapas se realizó sobre el tallo principal. Dicha inflorescencia apareció alrededor de los 18 días (etapa 50), donde visualmente la planta tuvo entre 3-4 hojas (etapa 13-14); luego de unos 3 días se produjo la apertura de la flor más basal de la 1^{era} inflorescencia del tallo principal, comenzando así la floración (etapa 60), el TT desde emergencia hasta la etapa antes mencionada fue de 258°C día, es decir un acumulado desde siembra a floración de 325°C días. A los 20 días posteriores se observaron los 1^{eros} achenios verdes en la base de la inflorescencia (etapa 70), marcando el inicio del llenado de los granos. Luego de 10 días comenzó la madurez de las plantas (etapa 80), donde se observó que las aristas de los achenios viraron al color rojizo (Tabla 2), el TT desde el inicio de floración hasta esta etapa fue de 670°C días. Por lo tanto, se trata de un cultivo cuyo ciclo (etapas 00 a 88) en promedio duró entre 69-78 días (Figura 1), con un TT acumulado de unos 1000°C día y que coincide con varios autores que determinaron un rango de 900-1200°C día dependiendo del ambiente y la variedad (Björkman, 2009, Cha *et al.*, 1989, Arduini, *et al.*, 2015)

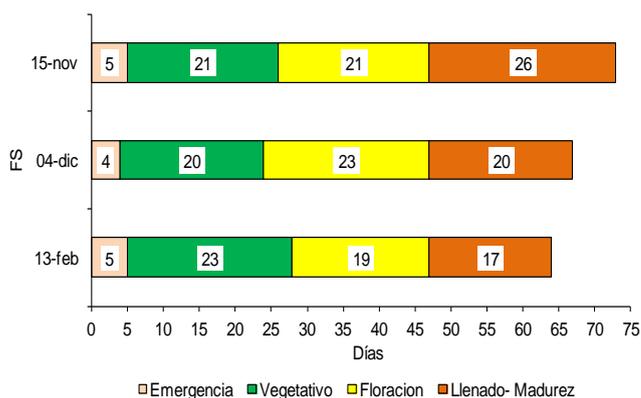


Figura 1. Duración de las diferentes etapas fenológicas según la FS.

En la Figura 2a se observa el rendimiento planta⁻¹ y cuyo promedio fue de 1,2 g planta⁻¹, con mejores resultados en las FS extremas, es decir, las mejores performances se dieron en la FS3 y la FS1, con una leve diferencia numérica a favor de la FS1, pero sin diferencias estadísticas entre ellas ni con respecto a la FS2 ($p > 0,05$). Coincidente con los momentos de siembra donde se obtuvieron los mayores rendimientos, también lo fue para el NG planta⁻¹, donde se obtuvo un promedio de 30 granos, siendo la FS3 la de mayor registro con una reducción prácticamente a la mitad en la FS2, sin embargo, no se obtuvo diferencias estadísticas significativas entre FS. ($p > 0,05$) (Figura 2b). Con respecto al PMG el promedio obtenido fue de 39,98 g, y en este caso fue en la FS1 donde se obtuvo el mayor registro, y coincidente con las variables antes mencionadas, fue en la FS2 donde el PMG obtenido fue

menor. Se obtuvo diferencias estadísticas de significancia entre las FS. ($p > 0,05$) (Figura 2c).

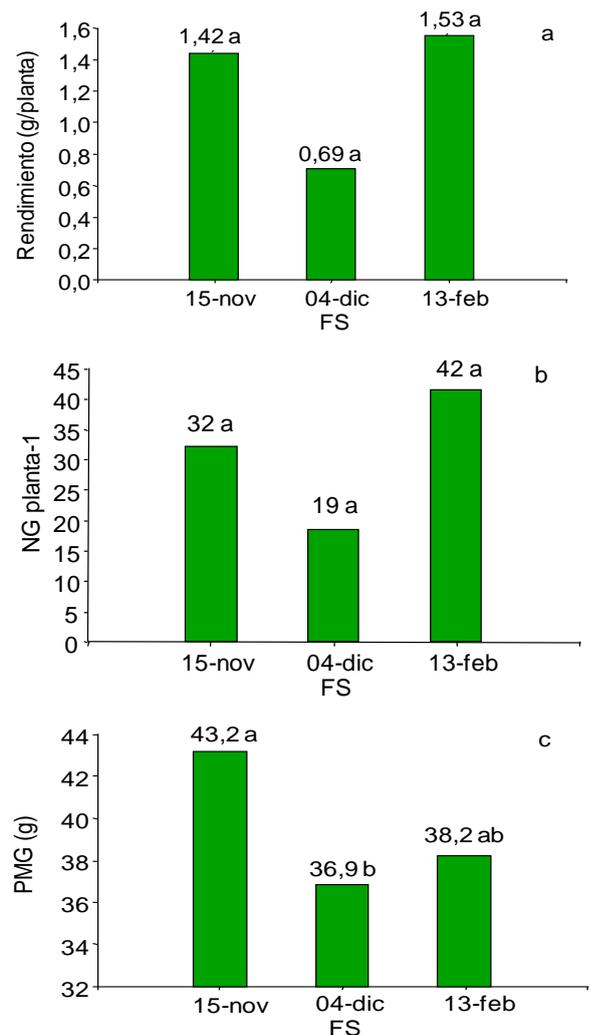


Figura 2: a) Rendimiento (g planta⁻¹), b) NG planta⁻¹ y c) PMG (g) según la FS

CONCLUSIONES

Si bien los objetivos planteados pudieron cumplirse parcialmente, ya que el granizo precipitado condicionó algunos resultados. La experiencia realizada permitió conocer las etapas de desarrollo del trigo sarraceno, confirmando que se trata de un cultivo de ciclo corto, que permitiría ser incorporado fácilmente en nuestros sistemas productivos, ya que brinda un abanico de opciones para ser sembrado en diferentes momentos. Por otra parte, no se observaron presencia de plagas y enfermedades, otro punto a favor para ser evaluado para su incorporación en las rotaciones. Como antecedente se obtuvo mejores registros productivos planta⁻¹ en las FS de noviembre y de febrero, lo cual seguirá estudiándose con futuras experiencias, que permitirán establecer cuál es la FS que permita el mayor rendimiento y calidad, teniendo en cuenta que la bibliografía indica que con temperaturas extremas a partir de la floración -superior a 30°C-, afectan negativamente el rendimiento final. Por lo tanto, se visualiza un futuro promisorio para el trigo sarraceno, con

una buena adaptación a nuestras condiciones ambientales, y no solo para ser pensado para producir granos, sino también, dado por su ciclo corto, facilita una rápida cobertura del suelo, que lo convierte en una buena estrategia de manejo integral para el control de malezas.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Carla Dionisi por el aporte de material y conocimientos.

Al Ing. Agr. Miguel Potocnik de la empresa Lipa Hue, por el aporte de material para futuras experiencias.

A los Ing. Agr. Jorge Lujan Avalos e Ing. Agr. Jorge Fonseca, por la colaboración en la siembra y seguimiento del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arduini, I., Masoni, A., and Mariotti, M. (2015). A growth scale for the phasic development of common buckwheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*. 66. 1-14. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710.2015.1087587?journalCode=sagb20>

Björkman, T. (2009). Extension Information for Buckwheat Growers. Recuperado de: <http://www.hort.cornell.edu/bjorkman/lab/buck/main.php>

Björkman and Shail (2013) Using a Buckwheat Cover Crop for Maximum Weed Suppression after Early Vegetables. *Rev. American Society for Horticultural Science*. Volume 23, Issue 5. Recuperado de: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/23/5/article-p575.xml>

Campbell, C. (1997). Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench.) Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Libro. Recuperado de: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Buckwheat_Fagopyrum_esculentus_Moench_343.pdf

Cha SW, Cha YH, Rho CW, Kim TS, Kwon KC. 1989. Variation of yield related characters on different planting times in local buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. *Upland Ind Crops*. 31:43-49. Recuperado de: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=KR8935693>

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

Dionisi, C. (2012). Cadena agroalimentaria de trigo sarraceno. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1567/Dionisi%2c%20Carla.%20Cadena%20agroalimentaria%20de%20trigo%20sarraceno.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

FaoStat. (2017). Datos sobre alimentación y agricultura.

Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
Halbrech, B., Romedenne, P, and Ledent, J. (2005) Evolution of flowering, ripening and seed set in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): quantitative analysis. *European Journal of Agronomy*. Volume 23, Issue 3, pp 209-224. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S116103010400125X>

Meier, U. (2018). Etapas de desarrollo de las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. *BBCB*. Recuperado de: <https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/bbch%20epaper%20span/page.pdf>

Popović, V., Sikora, V., Berenji, J., Filipović, V., Dolijanović, Ž., Ikanović, J., Dončić, D. (2014) Analysis of buckwheat production in the world and Serbia. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-buckwheat-production-in-the-world-and-Popovi%2c%27-Sikora/cd5372c10074bbf10600a85eb5f4df8bd28800f9>

Ventimiglia, L. y Torrens Baudrix, L. (2018). Trigo sarraceno o alforfón, una alternativa más. Recuperado de: <https://inta.gov.ar/documentos/trigo-sarraceno-o-alforfon-una-alternativa-mas>