
AROMÁTICAS

Análisis del comportamiento agronómico y la calidad de los granos de germoplasma de mostaza

Paunero, I.E.^{*1}; Gaetán, S.²; Riquelme Virgala, M.³; Bazzigalupi, O.⁴

1. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro-INTA. Ruta 9, km 170 (CP 2930). San Pedro, provincia de Buenos Aires. 2. Facultad de Agronomía, UBA. 3. Universidad Nacional de Luján. 4. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Financiado por INTA (PNHFA 1106094). * paunero.ignacio@inta.gob.ar .

Recibido: 11/08/2016

Acceptado: 18/10/2016

RESUMEN

Paunero, I.E.; Gaetán, S.; Riquelme Virgala, M.; Bazzigalupi, O. 2016. Análisis del comportamiento agronómico y la calidad de los granos de germoplasma de mostaza. Horticultura Argentina 35 (86): 5-18.

El objetivo del estudio fue analizar el comportamiento agronómico y la calidad de los granos de distintos materiales genéticos de mostaza en San Pedro, provincia de Buenos Aires. Durante cinco campañas, se evaluaron la fenología, los componentes del rendimiento, la composición química y la incidencia de plagas y enfermedades, en distintos germoplasmas de mostazas amarillas (MA) y marrones (MM). Se evaluaron los cultivares comerciales de Canadá (Centenal y Andante), Japón (Golden y Ruby), Estados Unidos (Ida Gold) y Argentina (Delfina INTA). Los rendimientos a obtener en las MA son dependientes del agua recibida, los días grado y la radiación ($R^2 = 87,88 \%$); mientras que las MM son mayormente dependientes de la radiación ($R^2 = 88,85 \%$). Los requerimientos de agua se ubicaron entre 350 y 450 mm, para la

obtención del máximo potencial. Los rendimientos obtenidos en San Pedro, son comparables a los obtenidos en los principales países productores. Se observó menor peso de mil semillas que los obtenidos en otros países, situación que puede mejorarse ajustando la fertilización y la densidad de plantas. No se observaron plagas y enfermedades que no puedan ser superadas con un manejo agronómico adecuado. Existe la limitante de no existir agroquímicos inscriptos en el SENASA para este cultivo. El contenido de glucosinolatos fue menor, y el ácido erúsico fue mayor, mientras que los ácidos grasos fueron similares al de mostazas de otros países.

Palabras clave adicionales: *Sinapis alba* L.; *Brassica juncea*.

ABSTRACT

Paunero, I.E.; Gaetán, S.; Riquelme Virgala, M.; Bazzigalupi, O. 2016. Agronomic performance and grain quality of mustard germplasm Horticulture Argentina 35 (86): 5-18.

The objective of this study was to analyze the agronomic performance and the grain quality of different accessions of mustard in San Pedro, Buenos Aires province. Phenology, yield components, chemical composition, and the effect of plagues and diseases were evaluated on different accessions of yellow (MA) and brown (MM) mustard. The evaluated cultivars were from Canada (Centennial and Andante), Japan (Golden and Ruby), USA (Ida Gold) and Argentina (Delfina INTA). Yields in MA are dependent on the amount of water received, the degree days, and radiation ($R^2 = 87.88\%$), while MM

mustards are mainly dependent on received radiation ($R^2 = 88.85\%$). Water requirements were between 350 and 450 mm for maximum potential. Yields in San Pedro are comparable to obtained in the main producing countries. The weight of 1,000 seeds was lower than the obtained in other countries. This situation could be improved by adjusting fertilization and plant density. The observed plagues and diseases can be controlled through a proper agronomic management. The lack of registered agrochemicals for this crop by SENASA is limiting. Glucosinolate content was lower, and erucic acid content was higher than those found in mustard in other countries, while the fat acid content was the same.

Additional keywords: *Sinapis alba* L.; *Brassica juncea*.

1. Introducción

Las mostazas son plantas anuales de la familia de las Brassicaceas. Las mostazas más utilizadas son dos especies y tres tipos de mostazas: mostaza amarilla (MA) *Sinapis alba* L. sin. *Brassica hirta*; mostaza marrón (MM) y mostaza oriental, las dos últimas *Brassica juncea* (Government of Saskatchewan, 2011). Otras especies son la mostaza negra (*Brassica nigra*) y la mostaza etíope (*Brassica carinata*), entre otras.

Los granos y la harina de mostaza se utilizan para la preparación del aderezo denominado mostaza elaborada, en la preparación de carnes y otros alimentos; para usos en cosmética y medicina (Arizio y Curioni, 2006). Su composición de ácidos grasos es benéfica para la salud humana por su contenido de ácidos grasos insaturados (FAO, 1991). En Argentina, se ha estudiado su uso potencial para la fabricación de biodiesel (Falasca y Ulberich, 2012). A nivel local, se han desarrollado experiencias que han demostrado la buena aceptación de algunos cultivares desarrollados para el consumo directo de sus hojas en ensaladas (Paunero, 2014). También se han realizado experiencias que usaron el rastrojo de mostaza como biofumigante, combinado con la solarización, obteniéndose un alto control de nematodos y otros patógenos del suelo (Mitidieri *et al.*, 2015).

La descripción fenológica se realiza analizando la duración de cada etapa de crecimiento y su relación con eventos definidos, como el crecimiento vegetativo, la floración, el cuaje y la maduración de las semillas. Sin embargo, el recuento del número de días entre eventos puede variar por la influencia del ambiente. La medición de las etapas puede ser mejorada si se expresan las unidades de desarrollo en términos de tiempo fisiológico en lugar de tiempo cronológico, en función de la acumulación de temperatura. Para ello, se utiliza la unidad “día grado” (TT°C), que se define como días en términos de grados por sobre una temperatura umbral. Teóricamente, la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo

cronológico es siempre el mismo (Arnold, 1959; WMO, 1993). Para completarse una etapa fenológica es necesario la acumulación de cierta cantidad de TT°C sobre la temperatura base. Jara y Cirera (2012), trabajando con germoplasma canadiense de MA, en Luján, provincia de Buenos Aires, propusieron una temperatura de base de 4°C, que para la fase de siembra - floración dió una suma térmica de 600 °C. También mencionaron la influencia del fotoperíodo, ya que si la planta no supera las 10,5 horas de luz, no avanza a la etapa reproductiva. Siemens (2014) señaló la influencia de la temperatura y la humedad en el contenido de glucosinolatos, que es un componente importante en la composición química de la mostaza, junto con la materia grasa, los ácidos grasos y las proteínas, entre otros.

Rakow *et al.* (2009) señalaron rendimientos de 1910 kg.ha⁻¹, 100 cm de altura de plantas, 28,26 % de materia grasa, peso de mil semillas de 6,12 g y un contenido de glucosinolatos de 155,2 µmol.g⁻¹ para el cultivar de MA Andante, en ensayos realizados en el oeste de Canadá. En ensayos realizados en Estados Unidos, Davis *et al.* (2008) determinaron rendimientos promedio de 1409 y 1334 kg.ha⁻¹, para los cultivares de MA Ida Gold y Andante, respectivamente, ubicándose los rendimientos promedio de Estados Unidos entre 647 y 1111 kg.ha⁻¹ (NASS, 2015). La altura de plantas al inicio de la floración es inferior en las MA respecto a las mostazas marrones (MM), que a su vez son de ciclo más largo. Informes del Gobierno de Saskatchewan, Canadá (*Government of Saskatchewan*, 2011) señalan para los cultivares de MA Andante y MM Centenial una altura de 95 y 116 cm, porcentaje de materia grasa de 28,3 y 36,5 % y peso de mil semillas de 6,1 y 3 g, respectivamente. Siemens (2014) señala rendimientos promedio de diez años para Canadá de 933 kg.ha⁻¹, para mostazas en general. Menciona además que el contenido de materia grasa es mayor en MM (rango de 33,8 – 41,2 %) respecto a las MA (rango 25,1 – 34,7 %), habiéndose observado, además, mayor contenido de ácido oleico y ácido erúsico y menor contenido de ac. linoleico en las MA con respecto a las MM. La composición de ácidos grasos del cultivar de MA Andante, principal mostaza que se cultiva en Canadá, fue de: C18:0 = 1 %; C18:1 = 26,8 %; C18:2 = 9,3 %; C18:3 = 10,3 % y C22:1 = 33,6 %. El contenido de glucosinolatos fue de 145 µmol.g⁻¹ (*Government of Saskatchewan*, 2016). Mientras que la composición del cultivar de MM Centenial fue: C18:0 = 1,2 %; C18:1 = 19,8 %; C18:2 = 21 %; C18:3 = 13,2 % y C22:1 = 23,2 %, con un contenido de glucosinolatos de 100 µmol.g⁻¹, siendo el rango en las MM entre 84 – 119 µmol.g⁻¹.

El cultivar Ida Gold es un cultivar seleccionado por su alta adaptación a condiciones ambientales lluviosas del noroeste de Estados Unidos (Brown *et al.*, 1998). Tiene una media de 55,5 días desde la siembra hasta el inicio de floración; una altura a cosecha de 129,02 cm y rendimientos de 1482 kg.ha⁻¹, sembrado utilizando labranza convencional y de 1347 kg.ha⁻¹, en siembra directa, siendo 27 % el contenido de materia grasa; 244,05 µmol.g⁻¹ los glucosinolatos totales y con una composición de ácidos grasos de: C18:0 = 1,1 %; C18:1 = 28,1 %; C18:2 = 10,2 %; C18:3 = 10,3 % y C22:1 = 31,7 % (*University of Idaho*, 2016). DuVal (2015) en ensayos de fertilización nitrogenada, utilizando el mismo cultivar Ida Gold encontró variaciones según los niveles de fertilizante aportado. Los rangos registrados en el número de frutos por planta (N°fr.pt⁻¹), número de semillas por fruto (N° sem.fr⁻¹), peso de mil semillas (Pmilg) y rendimientos (kg.ha⁻¹) fueron: N°fr.pt⁻¹ = 56,9 – 87,8; N° sem.fr⁻¹ = 3,6 – 4,6; peso de semillas 6,9 – 7,1 g y rendimientos entre 1532 – 2579 kg.ha⁻¹.

En un cultivar de MA europeo se encontró una altura de planta, N°fr.pt⁻¹, N° sem.fr⁻¹, Pmilg y rendimientos de: 133,4 cm; 79,4; 4,9; 5,4 g y 1200 kg.ha⁻¹, respectivamente, en ensayos con un distanciamiento entre filas de 45 cm, en un sitio con niveles de lluvias similares a San Pedro (Zajac *et al.*, 2011).

López Arguello *et al.* (1999), en ensayos realizados en España, analizando mostazas europeas, encontró que el contenido de materia grasa osciló entre: 27,0 - 40,5 % y que el principal ácido graso de la mostaza, característico de las crucíferas, el erúsico (C22:1) obtuvo una

concentración media de $27,7 \pm 5,24$ %, siendo inferiores a los reportados por la FAO (1991). Otros ácidos grasos predominantes fueron el oleico ($20 \pm 1,68$ %), linolénico ($16,3 \pm 1,95$ %) y linoléico ($15,3 \pm 4,16$ %), en proporciones semejantes a las aportadas por Wolff (1968) para los ácidos oléico y linoleico.

La mostaza tiene posibilidades de cultivo en vastas regiones de la Argentina tanto en secano como bajo riego (Falasca y Ulberich, 2012). Puede ser una alternativa de cultivo invernal para pequeños productores de cultivos extensivos en la región pampeana (Paunero, 2006), pero la información todavía resulta insuficiente, lo que constituye una debilidad para su mayor difusión (Paunero, 2011). Existen evaluaciones preliminares (Paunero, 2009; Paunero, 2012 a; Paunero y Polenta, 2012 y Paunero, 2014) en San Pedro, que indicaban los rendimientos a obtener con materiales nacionales e importados de MA y MM, en la zona. Pero no se cuenta con un análisis integral sobre las posibilidades agronómicas y la calidad a obtener con el germoplasma disponible.

Se plantea la hipótesis que la mostaza cultivada en San Pedro, puede obtener rendimientos y calidad similares a los obtenidos en los países productores tradicionales.

El objetivo del estudio fue analizar el comportamiento agronómico y la calidad de los granos de cultivares comerciales de mostaza en San Pedro, provincia de Buenos Aires.

2. Materiales y métodos

Durante cinco campañas (2010-2014), se evaluaron la fenología, los componentes del rendimiento, la composición química de los granos y la incidencia de plagas y enfermedades, en distintos cultivares de MA y MM. Se estudiaron mostazas importadas como materia prima, sin denominación de cultivar, provistas por industriales argentinos (Unilever, Seiserre y Platario) y cultivares comerciales importados de Canadá (Centenial y Andante), Japón (Golden y Ruby) y Estados Unidos (Ida Gold), introducidos por productores. También se evaluó una selección Argentina, inscrita en el INASE como Delfina INTA (Paunero, 2012b) Tabla 1.

Los ensayos fueron realizados en San Pedro, provincia de Buenos Aires ($33^{\circ} 41' S$; $59^{\circ} 41' O$), sobre un suelo Argiudol vértico, de la serie Ramallo (INTA, s.f.), típico de la zona, preparado para la siembra mediante labranza convencional (FAO, 1992).

Se sembró “a chorrillo”, en líneas distanciadas a 20 cm, utilizando una sembradora manual de un surco, tipo “planet”, con un consumo de semillas de $8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Brown *et al.* 2005). Las parcelas experimentales estuvieron formadas por cinco filas de 5 m de largo cada una, ubicadas en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Previo a la siembra se aplicó el herbicida incorporado trifluralina (48%) en dosis de $2,4 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ de producto comercial. Se fertilizó con $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fosfato diamónico, presiembra, y con $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de urea aproximadamente a los 50 días de la siembra. Se efectuaron riegos complementarios para ajustar el agua recibida a los promedios históricos de la zona (Zanek y Uviedo, 2016).

Las observaciones fenológicas fueron hechas una vez por semana, sobre las filas centrales de la parcela. Se determinaron las fechas de siembra, floración y cosecha. Se calculó la sumatoria de los $\text{TT}^{\circ}\text{C}$ y la radiación global ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$) hasta floración, por ser esta la etapa que define el total del ciclo de cultivo (Jara y Cirera, 2012). Para el cálculo de los $\text{TT}^{\circ}\text{C}$ se realizó la sumatoria de los grados resultantes de restar a la temperatura media diaria, la temperatura base de 4°C .

Se registraron los milímetros de agua recibidos por el cultivo (riego + lluvias) desde siembra a cosecha.

Los componentes del rendimiento se evaluaron en el momento de la cosecha. Sobre las dos filas centrales de la parcela se tomó un metro en cada una para la determinación del rendimiento y el recuento del número de plantas. Sobre cinco plantas de cada uno de los dos metros cosechados (total = 10 plantas) se midió el número total de frutos o silículas por planta, y luego en el laboratorio, el número de semillas por silícula, sobre 20 silículas tomadas al azar, y el peso de mil semillas, según normas ISTA. Los rendimientos por parcela fueron extrapolados a $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, del total de granos cosechados en dos muestras de un metro lineal de cada una de las dos filas centrales, incluyendo las diez plantas utilizadas en los recuentos citados.

El crecimiento vegetativo se evaluó a través de la medición de la altura de plantas a cosecha (cm).

Los componentes del rendimiento fueron analizados estadísticamente, cada año por separado, mediante el análisis de la varianza, y las diferencias entre las medias mediante el test de Duncan ($\alpha = 0,05$). Se realizó el análisis de regresión del rendimiento con respecto a variables ambientales seleccionadas (TT°C, radiación y agua recibida), utilizando los valores de las cinco campañas.

Se realizó el análisis de la composición de ácidos grasos de los granos de las variedades comerciales, utilizando la norma IRAM 5651:1997, porcentaje de materia grasa S.S.S. por LPE. 0096 (Materia grasa–Método Butt) y el contenido de glucosinolatos ($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$) por la norma IRAM 14824:1995 modificada. No se realizaron análisis de proteínas, vitamina C u otros componentes.

3. Resultados y discusión

Los datos fenológicos y ambientales registrados de cada año, se presentan en la Tabla 1.

Los parámetros de radiación y lluvias en general fueron mayores en las MM, que fueron de ciclo más largo y ocuparon el terreno por más tiempo, al observado en EEUU y Canadá (Davis *et al.*, 2008; *Government of Saskatchewan*, 2011).

El TT°C hasta floración en las MA estuvo en un rango entre $537,80^{\circ}\text{C}$ - $692,70^{\circ}\text{C}$, variación atribuible a que se sembraron distintos cultivares, en distintos años y fechas de siembra, pero en concordancia con el valor medio de 600°C propuesto por Jara y Cirera (2012). En el año 2014 hubo inferior TT°C y radiación, y probablemente esa haya sido la causa de los menores rendimientos obtenidos. Mientras que en 2012 los cultivares de MM Golden y Ruby, cubrieron sobradamente los requerimientos de TT°C y radiación respecto al año 2013, siendo probablemente la limitante en los rendimientos, el exceso de lluvias registrado, respecto a los 200-450 mm estimados como requerimientos del cultivo (Brown *et al.* 2005; Fiorini Correa *et al.* 2010; Paunero, 2014) .

Tabla 1: Datos fenológicos y ambientales seleccionados, de germoplasma de mostazas evaluadas en San Pedro. Años 2010-2014.

Campaña	Proveedor o cultivar/color/origen	Fecha de siembra	Fecha floración	N° TT°C	Radiación global (MJ/m ²)	Fecha cosecha	Ciclo (N° días)	Agua recibida (mm)
2010	Unilever /MA/Rep.Checa	14 may	23-ago	692,7	862,8	01 nov	170	359,2
	Centenial/MM/Canadá	14 may	17-sep	927,2	1166,6	12-nov	181	369,4
	Seis Erre/MA/Canadá	14 may	23-ago	692,7	862,8	01-nov	170	359,2
	Platarío/MA/Canadá	14 may	23-ago	692,7	862,8	01-nov	170	359,2
	INTA San Pedro/MA/Arg.	14 may	23-ago	692,7	862,8	01-nov	170	359,2
2011	Ida Gold/MA/EEUU	07 jun	05-sep	575,9	730,2	22-nov	168	407,6
	Platarío/MA/Canadá	07 jun	12-sep	650,6	845,6	22-nov	168	407,6
	Seis Erre/MA/Canadá	07 jun	05-sep	575,9	730,2	22-nov	168	407,6
	Centenial/MM/Canadá	07 jun	28-sep	843,7	1079,5	01-dic	177	431,8
	INTA San Pedro/MA/Arg.	07 jun	05-sep	575,9	730,2	22-nov	168	407,6
2012	Golden/MM/Japón	09 may	14 sep	1043,7	1172	8 nov	183	686,7
	Ruby/MM/Japón	09 may	14 sep	1043,7	1172	8 nov	183	686,7
2013	Ruby/MM/Japón	12 jun	17 sep	727,6	986,9	18 nov	159	379,5
	Golden/MM/Japón	12 jun	17 sep	727,6	986,9	18 nov	159	379,5
	Andante/MA/Canadá	12 jun	6 sep	600,1	870,5	18 nov	159	379,5
	Delfina INTA /MA/Arg.	12 jun	6 sep	600,1	870,5	18 nov	159	379,5
	Ida Gold/MA/EEUU	12 jun	6 sep	600,1	870,5	18 nov	159	379,5
2014	Delfina INTA /MA/Arg.	30 jun	31 ago	537,8	668,4	6 nov	130	369,7
	Ida Gold/MA/EEUU	30 jun	31 ago	537,8	668,4	6 nov	130	369,7

El número de días entre la siembra y la floración fue mayor en San Pedro, respecto a los obtenidos en otros sitios de estudio mencionados, excepto en 2014 en que la fecha de siembra fue más tardía, y el número de días se aproximó a los 55,5 obtenidos para el cultivar Ida Gold, en estudios realizado por la Universidad de Idaho (*University of Idaho*, 2016). Esto pudo haber sido la causa por la que se obtuvieron menores rendimientos que en 2011 y 2013, años en los que los ciclos fueron más largos y por consiguiente con mayor acumulación de materia seca, previa al inicio de floración. En efecto, los cultivares que responden cualitativamente a las horas de luz, florecen cuando cubren sus requerimientos, independientemente de la fecha de siembra utilizada. Jara y Cirera (2012), mencionan la influencia que tiene el fotoperíodo sobre este cultivo, ya que tiene que superar las 10,5 horas de luz, para que las plantas avancen a la etapa reproductiva. En la localidad de San Pedro el 31 de agosto se registran 12 h de luz (INTA, 2016), suficientes para iniciar la etapa reproductiva. Por esta razón, los ciclos de siembra a cosecha en San Pedro fueron más largos que en los centros de estudio con los que fueron comparados (Davis *et al.*, 2008; *Government of Saskatchewan*, 2011; *University of Idaho*, 2016).

El promedio, el mínimo y el máximo del rendimiento y de las variables fenológicas y ambientales seleccionadas, del conjunto de los cinco años de evaluación, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores promedio, mínimo y máximo de variables fenológicas, ambientales y rendimientos de germoplasma de mostazas sembradas en San Pedro. Años 2010-2014.

Variable	Mostazas	Prom.	Mín	Máx
TT°C TB(4°C)	MA	617,31	537,80	692,70
	MM	885,58	727,60	1043,70
Rad. Global MJ/m ²	MA	802,75	668,40	870,50
	MM	1093,98	986,90	1172,00
Lluvias (mm)	MA	380,39	359,20	407,60
	MM	488,93	369,40	686,70
Rend. (kg.ha ⁻¹)	MA	1512,09	451,90	2663,40
	MM	2089,17	1042,50	3577,20

Se observaron importantes variaciones en los rendimientos, pero se alcanzaron valores promedio dentro de los rangos obtenidos en parcelas de ensayo de Canadá y otros países productores (Rakow *et al.* 2009; *Government of Saskatchewan*, 2011; Zajac *et al.*, 2011; Siemens, 2014).

El análisis de regresión del rendimiento con respecto a las variables ambientales seleccionadas, determinó que influyen de manera diferente según la especie de mostaza considerada:

Rendimiento de MA= $- 8803,41 + 24,75 \times \text{mm agua recibida} - 0,0087 \times (\text{días grado})^2 + 0,0065 \times (\text{radiación})^2$; $R^2 = 87,88 \%$

Rendimiento de MM= $205153 - 370,74 \times \text{radiación} + 0,168 \times (\text{radiación})^2$; $R^2 = 88,85 \%$

Se observó que en las MA, la determinación del rendimiento estuvo influenciada por el agua recibida, los TT°C y la radiación acumulados, mientras que en las MM la variable determinante fue la radiación recibida por el cultivo (Tabla 1).

Los componentes del rendimiento y el crecimiento vegetativo de cultivares de mostaza sembradas en San Pedro, se presenta en la tabla 3.

La mayoría de los rendimientos estuvieron por encima del promedio nacional de Canadá de los últimos diez años de 933 kg.ha⁻¹ (Siemens, 2014), y el promedio para MA de Estados Unidos, que se ubica entre 647 y 1111 kg ha⁻¹ (NASS, 2015). La altura de las plantas fue mayor en las MM y el peso de mil semillas fue menor, respecto a las MA, similar a lo obtenido por Davis *et al.* (2008) y el Gobierno de Saskatchewan, Canadá (*Government of Saskatchewan*, 2016).

Rakow *et al.* (2009) señalan rendimientos de 1910 kg.ha⁻¹, 100 cm de altura de las plantas y peso de mil semillas de 6,12 gramos para el cultivar de MA Andante, en ensayos realizados en el oeste de Canadá. Davis *et al.* (2008) determinaron rendimientos promedio de 1334 kg.ha⁻¹. Mientras que Informes del Gobierno de Saskatchewan, Canadá (*Government of Saskatchewan*, 2011) señalan rendimientos de 1657 kg.ha⁻¹, con una altura de 95 cm, y peso de mil semillas de 6,1 g. Todos utilizando el mismo cultivar. Por su parte, en San Pedro, los rendimientos obtenidos por este cultivar fueron muy superiores (2663,4 kg.ha⁻¹), fue mayor la altura de las plantas (124 cm) y menor el peso de mil semillas (4,7 g). Siendo este último, mayor estadísticamente respecto a otras MA, sembradas en ese año (Tabla 3).

Tabla 3: Altura de plantas a cosecha y componentes del rendimiento, de germoplasma de mostazas sembradas en San Pedro. Años 2010-2014.

Campaña	Proveedor o cultivar/color	N°pt*m ⁻²	N°fr*pt ⁻¹	N° sem*fr ⁻¹	Alt (cm)	Pmil(g)	Kg*ha ⁻¹
2010	Unilever /(amarilla)	221,88 c	89,875 a	3,27 b	135 b	4,38 a	1381,9 a
	Centenial/ (marrón)	362,50 a	74,2 ab	10,72 a	184 a	2,63 d	1482,8 a
	Seis Erre/ (amarilla)	298,13 b	66,03 ab	3,47 b	118 b	4,07 b	699,4 b
	Platario/ (amarilla)	283,13 b	88,4 a	3,62 b	133 b	4,16 b	677,6 b
	INTA San Pedro/ (amarilla)	251,25 bc	60,18 b	3,4 b	114 b	3,84 c	451,9 b
2011	Ida Gold/ (amarilla)	145,00 a	148,95 a	3,8 b	135 b	4,70 b	2058,6 a
	Platario/ (amarilla)	128,10 a	150,05 a	3,84 b	139 b	3,98 c	1889,4 a
	Seis Erre/ (amarilla)	145,60 a	132,85 ab	3,77 b	140 b	4,91 a	2196,7 a
	Centenial/ (marrón)	138,10 a	142,05 ab	8,72 a	175 a	1,88 d	1042,5 b
	INTA San Pedro/ (amarilla)	138,10 a	117,8 b	3,8 b	136 b	4,21 c	1774,8 a
2012	Golden/ (marrón)	185,00 a	166,53 a	13,1 a	121 a	1,47 b	1653,4 a
	Ruby/ (marrón)	150,00 a	286,13 a	12,82 a	118 a	1,63 a	2048,6 a
2013	Ruby/ (marrón)	165,00 b	228,15 ab	11,95 a	139 a	1,47 d	3577,2 a
	Golden/ (marrón)	158,90 b	250,48 a	9,35 b	144 a	1,17 e	2730,5 ab
	Andante/ (amarilla)	153,10 b	157,10 bc	4,1 c	124 b	4,70 a	2663,4 ab
	Delfina INTA/ (amarilla)	158,10 b	109,23 c	3,52 c	116 b	3,94 c	2493,9 ab
	Ida Gold/ (amarilla)	218,75 a	117,5 c	3,45 c	114 b	4,11 b	2126,1 b
2014	Delfina INTA/ (amarilla)	240,60 b	56,58 a	3,58 a	94 a	3,32 a	559,9 a
	Ida Gold/ (amarilla)	345,00 a	57,6 a	3,45 a	104 a	3,42 a	683,6 a

Nota: N°pt*m⁻¹= número de plantas por metro lineal; N°fr*pt⁻¹= número de frutos por planta; N° sem*fr⁻¹= número de semillas por fruto; Alt (cm)= altura de plantas en centímetros; Kg*ha⁻¹= rendimiento en kilogramos por hectárea. Letras iguales en la misma columna, en el mismo año, indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre cultivares.

El cultivar Ida Gold obtuvo rendimientos de 2058,6; 2126,9 y 683,6 kg.ha⁻¹ en San Pedro, los años 2011, 2013 y 2014, respectivamente, superiores a los 1409 kg.ha⁻¹, obtenidos como promedio de once sitios de ensayo por Davis *et al.* (2008); excepto en el año 2014, en donde los rendimientos fueron inferiores por la influencia de los factores climáticos señalados. La altura de las plantas a cosecha también fue el doble que las registradas por los mismos autores, donde fue de 45 cm. En los mismos sitios de ensayos los rendimientos promedio obtenidos para el cultivar Andante (1334 kg.ha⁻¹), también fueron inferiores a los obtenidos en San Pedro. Comparando los rendimientos obtenidos en San Pedro, con los rendimientos obtenidos en el lugar donde fue obtenido este cultivar, los mismos fueron superiores a los señalados tanto para zonas de cultivo donde se utiliza labranza convencional, como en donde se realiza siembra directa; siendo las plantas cosechadas en San Pedro, de menor altura que las logradas en Estados Unidos, en los años 2013 y 2014 y de mayor altura en 2011(*University of Idaho*, 2016).

El cultivar Delfina INTA no tuvo diferencias en los rendimientos, ni en ninguno de los componentes evaluados, excepto en el peso de mil semillas que fue inferior, con respecto al cultivar Andante, en el año 2013. Tampoco tuvo diferencias estadísticas con el cultivar Ida Gold, en el mismo año. El año 2014 fue afectado por los factores climáticos señalados.

El número de plantas a cosecha por metro lineal, tuvo variaciones en los distintos años, por las diferentes condiciones de crecimiento señaladas, pero se encontró dentro del rango que

permitió obtener los altos rendimientos presentados. El mayor número de plantas por unidad de superficie no influye en el Pmil(g), en rangos entre 86 y 119 plantas por metro cuadrado (Brown *et al.*, 2005). En San Pedro, la cantidad de plantas fue el doble de esos valores, por lo que pudo haber influido en el menor Pmil(g) de semillas obtenido. En este aspecto, también influye el ajuste en la fertilización nitrogenada (DuVal, 2015).

En el cultivar Ida Gold, respecto a lo medido por DuVal, (2015), se registró que el N°fr.pt⁻¹ fue superior en 2011 y 2013 e inferior en 2014, con rendimientos en la misma tendencia; el N° sem.fr⁻¹, salvo en 2011 estuvo por debajo, así como el Pmil(g).

En general, las MA cosechadas en San Pedro tuvieron menor altura, N° sem.fr⁻¹ y Pmil(g), que el cultivar utilizado por Zajac *et al.*, (2011), en Polonia, aunque similar a mayor N°fr.pt⁻¹, según los distintos años evaluados, probablemente por la menor densidad de plantación utilizada por estos autores.

Las plagas identificadas (Riquelme Virgala, y Martínez, 2012; Saini y La Rosa, 2012; Bruno *et al.*, 2014; Riquelme Virgala *et al.* 2014) y las enfermedades estudiadas (Gaetan y Madia., 2010; Gaetán, Madia y Paunero, 2010 y 2011; Gaetan *et al.*, 2012; Moro *et al.*, 2014; Galotta, Gaetán, Paunero, 2014) se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Plagas y enfermedades identificadas en San Pedro. Años 2010-2014.

Plagas	Enfermedades
<p><u>Plagas generalistas</u> Hormigas cortadoras de la especie <i>Acromyrmex lundii</i> (Hymenoptera, Formicidae). Vaquita de San Antonio, <i>Diabrotica speciosa</i>.</p>	<p>Enfermedades de órganos subterráneos (Monocíclicas)</p> <p>Podredumbre de base de tallo <i>Fusarium solani</i> Marchitamiento <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>conglutinans</i> Podredumbre basal por <i>Sclerotinia Sclerotinia sclerotiorum</i></p>
<p><u>Plagas asociadas a mostaza (<i>Sinapis alba</i>; <i>Brassica juncea</i>)</u></p> <p><u>Defoliadores:</u> “polilla de las coles”, <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera, Plutellidae). Otros defoliadores: “vaquita de las coles” <i>Caeporis stigmula</i>, y “vaquita de los márgenes amarillos” <i>Microtheca ochroloma</i> (Coleoptera, Chrysomelidae). <u>Fitosuccívoros:</u> “pulgón de las crucíferas” <i>Brevicorine brassicae</i> y “pulgón de la mostaza” <i>Lipaphis erysimi</i> (Hemiptera, Aphididae).</p>	<p>Enfermedades de órganos aéreos (Policíclicas)</p> <p>Mancha negra de la hoja <i>Alternaria brassicicola</i></p> <p>Manchas foliares bacterianas <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i></p> <p>Oidio <i>Erysiphe</i> spp.</p>

No se han encontrado plagas y enfermedades limitantes, que no puedan manejarse siguiendo un manejo agronómico adecuado. En las plagas es importante continuar los estudios para determinar los umbrales de daño en aquellas en que no están disponibles, para aplicar el control químico en el momento más adecuado. Por su parte, para el manejo de enfermedades se recomienda el tratamiento de las semillas y el monitoreo de las condiciones climáticas predisponentes, para realizar aplicaciones de fungicidas. Así como utilizar una rotación de cuatro años entre cultivos de mostaza u otros cultivos de la familia *Brassicaceae* (Oplinger *et al.*, 1997; Brown, 1998; Wysocki y Corp, 2002;).

El uso de agroquímicos en mostaza es una limitante en la Argentina, ya que actualmente no existe ningún producto inscripto en el SENASA para su uso en este cultivo.

El contenido de materia grasa, ácidos grasos y glucosinolatos se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: composición química de germoplasma de mostazas sembradas en San Pedro, BsAs.

	Unilever (amarilla)	Platarío (amarilla)	Seis Erre (amarilla)	Centenial (marrón)	Delfina INTA (amarilla)	Ida Gold (amarilla)	Andante (amarilla)	Golden (marrón)	Ruby (marrón)
Materia grasa	31,8	32,0	32,6	41,8	31,4	24,8	28,5	36,1	39,7
Ac Palmítico 16:0	3,0	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3	2,5	2,5
Ac Esteárico 18:0	1,1	1,2	1,2	1,5	1,2	1	1	1,3	0,8
Ac Oléico 18:1	25,9	26,3	26,3	23,1	26,1	25,3	25,2	12,7	11,5
Ac.Linoléico 18:2	10,9	11,3	11,1	20,5	11,7	12	10,9	16,8	17,4
Ac Linolénico 18:3	10,9	11,0	11,2	14,1	10,9	10,5	10,9	11,8	11,9
Ac Araquídónico 20:4	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,1	0	0,0	0,0
Ac. Gadoléico 20:1	11,1	11,10	11,5	13,6	11,1	9,6	10,4	7,7	7,2
Ac Erúxico 22:1	34,8	33,6	33,5	21,8	33,4	36,2	34,3	43,8	46,5
Glucosinolatos µm/g	Sd	Sd	Sd	99	96,49	82,87	134	82	91

Referencias: Sd: sin datos.

El contenido de materia grasa fue mayor en las MM respecto a las MA en concordancia con lo encontrado por Siemens (2014), al igual que sus rangos de variación, los que estuvieron dentro de los valores encontrados por López Arguello *et al.* (1999) en mostazas europeas. El contenido de este componente encontrado en el cultivar Andante fue levemente superior al encontrado por Rakow *et al.* (2009); *Government of Saskatchewan*, (2011) y *University of Idaho*, (2016).

El ácido graso predominante fue el erúxico, característico de la mostaza, que fue superior a los valores registrados por López Arguello *et al.* (1999), en ensayos realizados en España, analizando mostazas europeas, y semejantes a los reportados por la FAO (1991).

El ac. erúxico determinado en el cultivar Andante en San Pedro, fue superior al registrado en Canadá (Siemens, 2014), y al encontrado en el cultivar Ida Gold, en Estados Unidos (*University of Idaho*, 2016).

Se encontró mayor contenido de ácido oleico y ácido erúxico en las MA, con respecto a la MM Centenial, en concordancia con lo obtenido por Siemens (2014). Pero en los cultivares de MM Golden y Ruby los porcentajes de ácido erúxico fueron mayores a los de las MA, contrario a lo encontrado en otras MM por el citado autor.

De acuerdo a los análisis efectuados, puede concluirse que la mostaza constituye una fuente interesante de aporte desde el punto de vista nutricional, ya que posee un contenido muy bajo de ácidos grasos saturados, y provee en altas concentraciones ácidos grasos insaturados, de alto valor nutricional como los ácidos oleico, linoleico y linolénico (López Arguello *et al.* 1999).

El contenido más alto de glucosinolatos se observó en el cultivar Andante seguido por Delfina INTA e Ida Gold en las MA y Centenial, Ruby y Golden, en las MM. Sin embargo, el cultivar Andante tuvo menos glucosinolatos que los determinados por Rakow *et al.* (2009) y *Government of Saskatchewan*, (2016), situación influenciada por el genotipo y las condiciones ambientales. Siemens, (2014) también señaló la influencia de la temperatura y la humedad en el contenido de glucosinolatos. También fueron muy inferiores los contenidos de este componente en el cultivar Ida Gold cosechado en San Pedro, respecto a los valores obtenidos en Estados Unidos (*University of Idaho*, 2016). Por su parte el cultivar de MM Centenial tuvo un contenido de glucosinolatos dentro del rango entre 84 – 119 µmol.g⁻¹ registrado en Canadá por Siemens (2014). Siendo inferiores los contenidos de los cultivares

Golden y Ruby, de origen japonés. Teniendo en cuenta estas diferencias deberán efectuarse mayor cantidad de análisis para confirmar estas tendencias, así como utilizar los mismos métodos de análisis químicos que en los países tomados como referentes.

4. Conclusiones

En San Pedro, los rendimientos a obtener en las MA son dependientes del agua recibida, los TT°C y la radiación ($R^2 = 87,88 \%$); mientras que las MM son mayormente dependientes de la radiación ($R^2 = 88,85 \%$).

Los requerimientos de agua se ubicaron entre 350 y 450 mm, para la obtención de altos rendimientos. Lluvias superiores tienen un efecto depresor en los mismos.

Los rendimientos obtenidos en San Pedro, son comparables a los obtenidos en los principales países productores. Se obtuvieron mayores rendimientos en Andante y en Ida Gold, que en los países donde son originarios. Delfina INTA tuvo rendimientos competitivos, no tuvo diferencias estadísticas significativas con Andante e Ida Gold, en el año 2013.

Se observa menor peso de mil semillas que los obtenidos en otros países con los mismos cultivares, situación que puede mejorarse ajustando la fertilización y la densidad de plantas. La relación de mayores pesos de las semillas de las MA y menor peso de las MM se corresponde con la bibliografía consultada.

En general la altura de las plantas a cosecha fue mayor que la obtenida en los ensayos consultados.

No se observaron plagas y enfermedades que no puedan ser superadas con un manejo agronómico adecuado. Existe la limitante de no existir productos inscriptos en el SENASA para este cultivo.

El contenido de glucosinolatos fue menor, y el ácido erúscico fue mayor, mientras que los ácidos grasos fueron similares al de mostazas de otros países.

5. Agradecimiento: Al Ing. Agr. Héctor Martí y la Lic. Fedra Albarracín.

6. Bibliografía

Arizio, O. & Curioni, A.O. 2006. Mostaza blanca – Producción, consumo, importaciones y exportaciones argentinas. In: Problemática de sector aromático en la región pampeana, año 2006. San Pedro, Bs.As. Ediciones INTA. p. 11-13. (Paunero, I.E, ed.)

Arnold, C. Y. 1959. The determination and significance of base temperature in a linear heat unit system. Proceeding of the American Society for Horticultural Science, 74: 430-445.

Brown, J.; Davis, J.B.; Erickson, D.A.; Brown, A.P. & Seip, L. 1998. Registration of 'IdaGold' yellow mustard. Crop Science 38(2):541.

Brown, J.; Davis, J.B. & Esser, A. 2005. Pacific Northwest condiment yellow mustard (*Sinapis alba* L.) grower guide. Subcontract report - National Renewable Energy Laboratory. University of Idaho. [Online]. Available at <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/36307.pdf>.

Bruno, M.; Riquelme Virgala, M.B.; Santadino, M.; Ansa, A.; Di Silvestro, G. & Dettler, A. 2014. Estudios biológicos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) asociados a cultivares de mostaza blanca (*Sinapis alba*) y marrón (*Brassica juncea*) bajo

- condiciones de laboratorio. *Horticultura Argentina* 33(82) (resumen n° 370.)
- Davis, J. B. ; Lauver, M.; Brown ,J. & Wysocki, D. 2008. 2008 Pacific Northwest mustard variety trial results. Available in <https://www.cals.uidaho.edu/brassica/Variety-trial-info/MVTrep08.pdf> (Abril 2016).
- DuVal, Alyssa Susan. 2015. *Applied Nitrogen Effects on Yellow Mustard (Sinapis alba L.) Production in the Willamette Valley*. (Tesis M.Sc.). Oregon State University. 94 p.
- Falasca, S.L.& Ulberich, A.C. 2012. La mostaza blanca (*Sinapis alba*), fuente de biodiesel para Argentina. In: Estudios ambientales III: Tandilia y el sudeste bonaerense. 1a ed.- Tandil. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. pp:69- 78. (Ulberich, Ana, coord.).
- FAO, 1991. Utilización de alimentos tropicales: semillas oleaginosas tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO. Roma. p.193.
- Gaetan, S.A. & Madia, M. 2010. Incidencia de enfermedades en lotes comerciales y experimentales de mostaza blanca en Argentina. *Horticultura Argentina* 29(70): (resumen n. 417).
- Gaetán, S.A.; Madia, M.S. & Paunero, I.E. 2010. Ocurrencia de la mancha negra de la hoja de la mostaza blanca en lotes de ensayos de la pcia. de Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 29(70) (resumen n° 418).
- Gaetan, S.A.; Madia, M. & Paunero, I. 2011. Ocurrencia de la podredumbre basal causada por *Sclerotinia sclerotiorum* en mostaza blanca en Argentina. *Horticultura Argentina* 30(73) (resumen n°448).
- Gaetán, S.; Gallotta, ;M.F.; Madia, M. & Paunero, I.E. 2012. Incidencia de microorganismos fungosos asociados a la semilla de mostaza blanca proveniente de lotes experimentales y comerciales. *Horticultura Argentina* 31(76) (resumen n° 257)
- Galotta, M.; Gaetán, S. & Paunero, I. 2014. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* en canola y mostaza blanca: incidencia y síntomas. In: Libro de resúmenes del 3° Congreso de Fitopatología: Ep-By M-5,. S.M. de Tucumán. p. 251
- Government of Saskatchewan 2011. Mustard Production Manual.
- Government of Saskatchewan 2016. Varieties of Grain Crops 2016. Disponible en: <http://publications.gov.sk.ca/documents/20/83845-Varieties-Grain-Crops-2016.pdf> (Abril2016).
- INTA s.f. Instituto de Suelos. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3360-34 y 35, San Pedro, Baradero. Castelar, prov. Bs.As. s.n.p.+ mapas.
- Jara, S. & Cirera, I. 2012. Temperatura Base y Tiempo Térmico en el Cultivo de Mostaza Blanca (*Sinapis Alba L.*). In: XIV Reunión Argentina de Agrometeorología. Malargüe, Mendoza .Argentina. Libro de actas. p: 93-94.
- López Arguello, E.; Barrera Vázquez, C. & Bosch Bosch, N. 1999. Estudio analítico de la composición en ácidos grasos de mostaza y salsas de mostaza. *Grasas y Aceites*, 50(6):444-447. Disponible en <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewFile/692/703> (Abril 2016).
- Mitidieri, M.S.; Piris, E.; Brambilla, V. .. *et al.* 2015. Evaluación de parámetros de rendimiento y sanidad de dos híbridos comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) injertados sobre *Solanum sisymbriifolium*(Lam.), en un invernadero con suelo biosolarizado. *Horticultura Argentina*, 34(84):5-17.
- Moro, S.; Gaetán, S.; Galotta, M. & Paunero, I. 2014. Ocurrencia de enfermedades en dos aromáticas

- extensivas: coriandro y mostaza blanca. In: Libro de resúmenes del 3° Congreso de Fitopatología: ET-Varios-2, S.M. de Tucumán. p. 242.
- NASS. 2015. United States Department of Agriculture. National Agricultural Statistics Service: national statistics for mustard. [Online]. Available at http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/result.php?8D042495-6492-34DB-8E55-4A6C0976686§or=CROPS&group=FIELD%20CROPS&comm=MUSTARD.
- Oplinger, E.S., E.A. Oelke, D.H. Putnam, K.A. Kelling, A.R. Kaminsid, T.M. Teynor, J.D. Doll, & B.R. Durgan. 1997. Alternative field crops manual: mustard. University of Wisconsin-Extension; Cooperative Extension - University of Minnesota; Center for Alternative Plant and Animal Products; Minnesota Extension Service. [Online]. Available at <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/mustard.html>.
- Paunero, I.E. (comp.). 2006. Problemática del sector aromático en la región pampeana, año 2006. San Pedro, Bs.As., Ediciones INTA. p. 7-8.
- Paunero, I. E. 2009. Evaluación de cultivares de mostaza (*Sinapis alba* L.) en San Pedro. Campaña 2008 [en línea]. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ip_0901.pdf (Abril 2016).
- Paunero, I. E. (ed.) 2011. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sector aromático argentino. 1a ed. – San Pedro, Ediciones INTA, 2011. 32 p. (Boletín de Divulgación Técnica n. 20)
- Paunero, I.E. 2012 a. Evaluación de germoplasma de mostaza, campaña 2011. Horticultura Argentina 31(76): (resumen n. 260)
- Paunero, I.E. 2012 b. Delfina INTA: primer cultivar argentino de mostaza (*Sinapis alba* L.). Horticultura Argentina 31(76) (resumen n° 254.)
- Paunero, I.E. & Polenta, G. 2012. Evaluación agronómica y química de germoplasma de mostaza. In: Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. - 1a ed. San Pedro, Buenos Aires. Ediciones INTA, p. 12-14 (Paunero, I.E. ed.).
- Paunero, I.E. 2014. Evaluación de cultivares de mostaza marrón (*Brassica juncea*) en el noreste bonaerense. Horticultura Argentina 33(82) (resumen n° 379).
- Rakow, G.; Raney J. P.; Relf-Eckstein, J. & Rode, D. 2009. AC Pennant, AC Base and Andante yellow condiment mustard cultivars. Canadian Journal of Plant Science, 89(2): 331-336.
- Riquelme Virgala, M.B. & Martínez, C.L. 2012. Insectos fitófagos asociados a distintos cultivares de mostaza (*Sinapis* spp.) en Luján, Pcia. de Buenos Aires. In: Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. - 1a ed. San Pedro, Buenos Aires. Ediciones INTA, p. 40-42 (Paunero, I.E. ed.).
- Riquelme Virgala, M.B., Santadino, M.V. & Di Silvestro, G. 2014 Características bioecológicas de *Microtheca ochroloma* Stål (Coleoptera, Chrysomelidae), asociadas al cultivo de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.). Revista Horticultura Argentina 30(80): 36-42.
- Saini, E. & La Rosa, R. 2012. Clave para la identificación de los pulgones (Hemiptera, Aphidoidea) que colonizan plantas aromáticas, excepto Asteraceae, en la provincia de Buenos Aires. In: Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. - 1a ed. San Pedro, Buenos Aires. Ediciones INTA, p. 93-96 (Paunero, I.E. ed.).
- Siemens, B.J. 2014. Quality of western Canadian mustard 2014. Canadian grain commission. 13 p.
- University of Idaho. 2016. *Brassica* and Breeding Research. (s.f.). IdaGold. Yellow Condiment Mustard (*Sinapis alba* L.). Disponible en: <https://www.cals.uidaho.edu/brassica/Variety-info/IDAGOLD.pdf> (Abril 2016).

- WMO. 1993. Practical use of agro meteorological data and information for planning and operational activities in agriculture. Geneva, World Meteorology Organization. Publication n° 60. Disponible en: http://www.wmo.int/pages/prog/www/IOM/publications/IOM-55_Part-I.pdf (Abril 2016).
- Wolff, J.P. 1968. Manuel d'analyse des corps gras. París: Azoulay.
- Wysocki, D.J., & Corp, M.K. 2002. Dryland cropping systems: edible mustard. Oregon State University Extension Publication EM 8796. [Online]. Available at http://extension.oregonstate.edu/gilliam/sites/default/files/Mustard_em8796-e.pdf.
- Zajac, T.; Oleksy, A.; Stoklosa, A.; Klimek-Kopyra, A. 2011. Comparison of morphological traits, productivity and canopy architecture of Winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) and white mustard (*Sinapis alba* L.). Journal of Applied Botany and Food Quality 84: 183-191.
- Zanek, C. & Uviedo, R.H. 2016. Lluvia mensual 1965-2012. INTA EEA San Pedro [en línea] Disponible en: <http://inta.gob.ar/archivos/lluvia-mensual-eea-san-pedro> (Abril 2016).