UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA POLINIZACIÓN CON *Apis mellifera* EN EL CULTIVO DE *Brassica napus* (COLZA)

por

Federico DE ANDREA

Sebastián SILCHENKO

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2019

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Sebastián Mazzilli

Ing. Agr. Horacio Silva

Ing. Agr. Silvana Abbate

Fecha: 13 de agosto de 2019.

Autores:

Sebastián Silchenko

Federico De Andrea

AGRADECIMIENTOS

Agradecer en el presente trabajo a la colaboración de las tareas a campo para el técnico agropecuario Dario Fros, al equipo de INIA. A los Ing. Agr. Sebastián Mazzilli, Horacio Silva y Silvana Abbate, por el tiempo y los conocimientos brindados para realizar el trabajo final y concretar nuestra carrera como Ingenieros Agrónomos.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN……..……..…… II

AGRADECIMIENTOS……..…….. III

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES ……..... V

1. INTRODUCCIÓN…… 1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2
   2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO 2
      2.1.1 Colza en el mundo 2
      2.1.2 Colza en Uruguay 2
   2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ABEJA MELÍFERA 3
      2.2.1. Importancia de la polinización 4
   2.3. INTERACCIÓN ABEJA MELÍFERA Y COLZA 4
   2.4. USO INSECTICIDAS, IMPACTO EN POLINIZADORES 5
3. MATERIALES Y MÉTODOS 7
   3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL 7
   3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL 7
   3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 10
   4.1 CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA 10
   4.2. RESULTADOS PRODUCTIVOS 12
      4.2.1 Rendimiento y componentes del rendimiento 12
   4.3 UNIFORMIDAD DE FLORACIÓN 16
   4.4. DISCUSIÓN 18
5 CONCLUSIONES 21
6 RESUMEN 22
7 SUMMARY 23
8 BIBLIOGRAFÍA 24
9 ANEXOS 30

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

1. Componentes del rendimiento según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio La Paz y Paso Guerrero para el año 2015……..……15

Figura No.

1. Experimento instalado en predio comercial……8
2. Comparación entre las precipitaciones y la temperatura media del periodo marzo- octubre 2015 en relación a la serie historia 2002-2014……...10
3. Ubicación temporal de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, en estación meteorológica EEMAC…….……..…11
4. Temperatura media diaria, desde inicios de floración hasta cosecha, registros dentro y fuera de la carpa……..……12
5. Rendimiento de grano según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio La Paz año 2015……..…….....13
6. Rendimiento en grano según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio Paso Guerrero año 2015…….…….……14
7. Cultivo 2 de setiembre, tratamiento sin abejas…….……17
8. Cultivo 2 de setiembre, tratamiento con abejas…….....18

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de colza (*Brassica napus*) ha tomado importancia a nivel mundial debido a la demanda de la industria del biodiesel y producción de aceite para consumo humano. En Uruguay esta oleaginosa de invierno se ha vuelto interesante como alternativa en las rotaciones agrícolas, ya que la agricultura tradicional de invierno (trigo, cebada) ha dejado de ser una opción estable en el sistema debido a la caída de precios de los cereales invernales y en ocasiones a causa de la irregularidad del clima que no permite expresar el potencial productivo de los cereales. El cultivo presenta ventajas interesantes para incluirlo en el sistema de producción tradicional entre las que se destacan: cortar el ciclo de enfermedades de cereales de invierno, liberar el campo temprano para siembra de un cultivo de verano de segunda y aportar diversidad para el control de malezas.

A pesar de que es una especie principalmente autógama, presenta niveles variables de alogamia y por tanto es posible que la presencia de abejas como principal polinizador podría contribuir a mejorar el rendimiento. El objetivo principal de este trabajo es evaluar el impacto que presenta la polinización con *Apis mellifera* sobre el rendimiento y los componentes del cultivo colza. Otro objetivo es demostrar cuanto contribuye la presencia de abejas a mejorar su uniformidad en la maduración de silicuas, lo cual tiene un impacto sobre las pérdidas de cosecha.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

El género *Brassica* fue uno de los más tempranamente domesticados por el hombre (Martino y Ponce de León, 1999). Desde la edad media la colza comienzó a cultivarse en Europa con usos alimenticios, higiénicos (jabón), y en iluminación. Su utilización disminuyó posteriormente con el surgimiento del aceite mineral, aumentando su producción con la creación del motor a vapor ya que su alto contenido de ácido erúcico lo hacía apto para la lubricación de las partes mojadas de los motores.

El cultivo fue introducido a Canadá durante la segunda guerra mundial con el fin de producir lubricantes para las máquinas a vapor de barcos y trenes. La caída en desuso de máquinas a vapor estimuló buscar otros usos para este cultivo el cual tenía buena adaptación en las praderas canadienses. En ese entonces ya se había demostrado que el aceite de colza, por su alto contenido de ácido erúcico, podía llegar a ser tóxico para humanos y el ganado (Daun, 1984). Más tarde varios mejoradores lograron desarrollar lo que hoy se conoce como CANOLA (Canadian Oil Low Acid), la cual posee bajo contenido de ácido erúcico y glucosinolatos, obteniendo así un producto no tóxico para humanos y animales.

2.1.1 Colza en el mundo

La colza es una oleaginosa (familia de las crucíferas), de origen asiático que posee la particularidad de crecer y producir en invierno. En la actualidad, la colza está ubicada en segundo lugar a nivel mundial de superficie sembrada, y en tercer lugar en la producción de oleaginosas (USDA, 2018). La razón de este aumento de producción se debe a la gran demanda por parte de la industria del biodiesel y del consumo humano del aceite de canola.

A nivel mundial los mayores productores son Canadá, China, e India con 17, 15, y 8 millones de toneladas respectivamente (Satista, 2018). La producción ha ido en aumento desde el año 1994 concentrando alrededor de 34.779,300 hectáreas cosechadas con una producción total de 71.171,000 toneladas de grano en año 2015. La producción mundial aumenta tanto en la zafra 2017/2018 como 2018/2019 debido a un aumento en el área en regiones como Ucrania y una mejora de rendimientos en Canadá, la Unión Europea (UE) y Australia (Tardágila, 2018).

2.1.2 Colza en Uruguay

La colza en Uruguay es una buena alternativa para incluir en la rotación con cereales de invierno. La diversificación de cultivos en un sistema agrícola es una de las herramientas más eficaces para combatir riesgos asociados a extremos climáticos e

inestabilidades en los mercados. El predominio de gramíneas es especialmente problemático en los sistemas de siembra directa, debido a la presencia de residuos infectados por diversos patógenos, que se encuentran sobre la superficie del suelo, durante prolongados períodos de tiempos y a la proliferación de malezas gramíneas. La situación es particularmente grave en la estación invernal, ya que prácticamente presenta como únicas alternativas al trigo y a la cebada (Martino y Ponce de León, 1999). Por lo tanto, incluir colza en este tipo de sistemas no solo diversificaría y disminuiría riesgos, sino que también contribuiría al control cultural de malezas gramíneas y enfermedades. En los últimos años la superficie sembrada con este cultivo ha ido en aumento debido principalmente a acuerdos con Alcoholes del Uruguay (ALUR) con los productores, alcanzando durante la zafra 2016 un total de 25.000 ha, de las cuales 15.500 ha corresponden a contratos con dicha empresa (Samuelle, 2016).

Las expectativas para el cultivo en Uruguay son buenas, en general se espera que aumente en área y se solidifique en las rotaciones. Además de tener expectativas económicas interesantes, es muy buena en asociación con soja, logrando mejores rendimientos luego de sus rastrojos (ADP, 2017).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ABEJA MELÍFERA

La abeja melífera (*Apis mellifera*) (*Hymenoptera; Apidae*), oriunda de Europa, es la especie polinizadora más abundante, fácilmente manejable por el ser humano y participa en mayor medida en la polinización de diversos cultivos. Varias son las características de esta especie de abeja que hacen que sea el polinizador más importante en diversas especies vegetales de interés humano. La colonia posee un ciclo de vida anual, por lo que hay ejemplares durante todo el año para trabajar en la diversidad de la flora natural y cultivos implantados por el ser humano. Además, estas abejas viven en casi todos los ambientes del planeta soportando temperaturas variables y pecoreando sobre una diversidad de especies vegetales (Winston, 1987).

Desde el punto de vista evolutivo, la abeja doméstica ocupa entre todas las demás especies, el mayor grado de organización social. *Apis mellifera* establece un único nido para la ubicación de toda la colonia, la cual es dirigida por una única abeja reina, en el interior de una colonia se presentan tres tipos de individuos o castas: reina, obrera y zángano. Cada individuo tiene una función definida dependiendo de su edad, siendo la reina y las obreras hembras y los zánganos, los machos. Cada casta tiene un tiempo de desarrollo diferente y es criada en un tipo de celda distinto (Silva et al., 2006).

Mientras que el néctar es el alimento energético para estos polinizadores, constituido básicamente por carbohidratos, el polen aporta proteínas, lípidos, azúcares, sales minerales, fibras, enzimas, vitaminas y hormonas para desarrollar sus estructuras corporales (Keller et al., 2005). De este modo, colectan el polen sobre las patas posteriores el cual queda adherido a sus pequeños pelos y se transportan nuevamente

hacia otra flor, de esta manera se efectúa la polinización. Las abejas cuentan con constancia floral, lo que las lleva a no abandonar una especie hasta que ésta culmine su floración, lo que las posiciona en primer lugar como polinizadores en la agricultura (Free, 1963).

2.2.1. Importancia de la polinización

En la naturaleza la reproducción de las plantas con flor para dejar descendencia se lleva a cabo de distintas formas: viento, insectos, pájaros, agua y otros animales. Dentro de los agentes polinizadores se destacan el viento (polinización anemófila), y los insectos (polinización entomófila). Es claro que la polinización es un proceso ecológico básico, esencial para mantener la viabilidad y diversidad. Los insectos son vitales en la mantención de los sistemas tanto silvestres como de producción agrícola. Los órdenes de insectos que se destacan como principales polinizadores son: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Lepidoptera (Estay, 2012).

Es muy alta la proporción de las especies que son polinizadas en el mundo por insectos (aproximadamente 90%), existe una importante interacción planta-polinizador que juega un papel fundamental en el mantenimiento de la integridad funcional de la mayoría de los ecosistemas terrestres. Estas características hacen necesario que se genere mayor consciencia en la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción agrícolas actuales (Ollerton et al., 2011).

2.3. INTERACCIÓN ABEJA MELÍFERA Y COLZA

Si bien *Brassica napus* es una especie autógama, presenta un alto porcentaje de alogamia; sin embargo, la auto polinización supera la alogamia y las plantas son capaces de obtener un alto rendimiento sin presencia de insectos (Westcott y Nelson, 2001). Si bien es importante la polinización entomófila, el cultivo no es dependiente de la misma. Este cultivo se caracteriza por la producción abundante de polen y néctar de buena calidad con concentraciones relativamente elevadas de azúcares, en flores con un color y estructuras atractivas para los insectos, particularmente las abejas (Sabbahi et al., 2006), por lo tanto, es una opción de alimento temprano para las mismas en la primavera.

Varios investigadores (Steffan-Dewenter 2003, Sabbahi et al. 2005, Oz et al. 2008) han concluido que *Apis mellifera* es el polinizador más importante en canola, ya que recurren al cultivo atraídas por su alta densidad de flores y en busca de recursos alimenticios que brinda la especie como recompensa floral, efectuando la polinización de la flor. De este modo se ha demostrado que la presencia de colmenas en los cultivos de colza aumenta hasta un 50% el rendimiento en grano además contribuye a la uniformidad y establece temprano en el ciclo un mayor número de silicuas que un

cultivo sin presencia de abejas (Sabbahi et al. 2005, Duran et al. 2010). En algunos casos se incrementa el número de óvulos fecundados, pero el resultado final depende de la capacidad de compensación por parte del cultivo, y la proporción de que estos lleguen a ser granos maduros (Dobreff y Rosas, 2015).

Varios factores de manejo determinan el potencial de rendimiento del cultivo, dentro de estos la presencia o ausencia de *Apis mellifera* en los cultivos comerciales tiene un efecto que debe considerarse, no solo para el cultivo, sino también para el ambiente en que se establecen. Se ha demostrado que la polinización entomófila del cultivo de canola aumenta en un 20% el valor de mercado ya que además de aumentar la productividad, mejora el porcentaje de aceite obtenido en grano (Bommarco et al., 2012), Este factor frente a una agricultura moderna de costos elevados e irregularidades en los precios de grano, posiciona mejor la venta del producto.

Debido a la eficiencia en la transferencia de polen, las flores viven un período de tiempo más corto, también se reduce el número de flores que la planta tiene que producir para alcanzar su capacidad de carga (Sabbahi et al., 2006). Según Kevan y Eisikowitch (1990) otro factor a tener en cuenta es que la presencia de polinizadores puede aumentar los porcentajes de germinación de la semilla de colza, demostrado en un estudio de la universidad de Guelph donde se encontró que la presencia de polinizadores en *B. napus* incremento la germinación de las semillas resultantes de un 83 a 96% en comparación con ausencia de *A. mellifera*.

2.4. USO INSECTICIDAS, IMPACTO EN POLINIZADORES

En la actualidad con la expansión de la agricultura y las labores que esto conlleva, ha aumentado el uso de agroquímicos, los cuales perjudican ampliamente el grupo de insectos benéficos en especies que presentan flor. Si bien es un mutualismo cultivo-insecto polinizador, las prácticas agrícolas utilizadas para control de insectos que causan daño directo a los cultivos dejan expuestos a los insectos benéficos (Gregor et al., 2008).

Se debería limitar el uso de insecticidas en los cultivos (en particular los neo-nicotenoides de amplio uso en la actualidad y también organofosforados y carbamatos) ya que estos afectan directa (envenenamiento agudo y crónico) o indirectamente (contaminación de recursos alimentarios; polen y néctar) a los polinizadores, se deben incrementar prácticas que fomenten la preservación utilizando umbrales de daño, franjas de refugio, elección cultivares y diversas prácticas que conllevan a un correcto manejo del sistema (FAO, 2014).

Son varios los momentos del cultivo que pueden llevar aplicaciones de productos químicos, pero si la aplicación es en el período de floración, que es el momento crítico de control de plagas para no afectar el potencial del cultivo, debe

asegurarse que el insecticida y el momento de aplicación sea el óptimo para minimizar el impacto en ambiente y polinizadores. Esto es lo más cercano a la noche, para evitar el momento de pecoreo de las abejas y en el momento adecuado según umbrales y dosis para evitar el mayor impacto de la plaga en el cultivo (Gavloski, 2012).

Los insectos que pueden atacar a la colza en Uruguay, tienen como hospedero alternativo a otras crucíferas, como algunas malezas y especies hortícolas. Esto nos permite suponer que la población nativa de algunas de ellas puede mantenerse en el sistema, aunque no en grandes densidades y siempre asociadas a un pool de enemigos naturales. Ante el aumento eventual de la población de plagas podría permitirse, en la medida de lo posible, que la población de predadores también crezca en forma proporcional. Tres son los aspectos a tener en cuenta: usos de insecticidas con reducidos espectros de acción, la dosis ajustada, por último, evitar realizar aplicaciones cuando se está por debajo del umbral de daño establecido (Martino y Ponce de León, 1999).

La utilización de insecticidas puede perjudicar a las abejas, cuya presencia es beneficiosa para el cultivo. Un tratamiento que elimine a las abejas además de producir el beneficio del control de plaga puede producir a la vez el perjuicio de menores niveles de polinización. La aplicación de productos poco tóxicos para abejas y aplicaciones fuera del horario en el que presentan su mayor actividad reduce el impacto del tratamiento sobre estos insectos (Martino y Ponce de León, 1999).

Las principales plagas presente en Uruguay son *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) conocida como "palomita de los coles" y Brevicoryne *brassicae* (Hemiptera: Aphididae) o "pulgón ceniciento" (Martino y Ponce de Leon, 1999). Para el caso de *P.xylostella* el control se realiza con inhibidores de quitina, benzoilurea, y para el caso de *Brevicoryne brassicae,* carbamatos (Castro, 2017).

La hipótesis principal de trabajo es que la presencia de abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) como polinizadores incrementa el rendimiento y concentra el periodo de floración.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

Los ensayos se instalaron durante la zafra 2015 en dos predios comerciales del departamento de Paysandú; uno ubicado en la localidad Paso Guerrero y el otro en zona La Paz, ambos sitios en la influencia de la estación experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC). Ambas chacras estaban sembradas con la variedad de polinización abierta "Rivette". El estudio abarcó el período crítico de determinación del rendimiento del cultivo, en el cual se define el número potencial de granos por unidad de superficie, que abarca el inicio de floración hasta mitad de llenado del grano (Schwab, 2010). Los detalles de fechas y estadios se pueden ver en el Anexo No. 1.

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Ambos ensayos fueron instalados sobre chacras con cultivos comerciales. En cada sitio se seleccionó un lugar con el cultivo uniforme y se procedió a instalar 6 carpas a inicio del periodo de floración. El diseño fue de bloques completos al azar, con dos tratamientos, uno con abejas (CCA) y otro sin abejas (CSA) y tres repeticiones. En total se utilizaron 6 núcleos de *Apis mellifera*, subespecie *mellifera* (3 por ensayo), las mismas trasladadas desde INIA La Estanzuela y fueron preparadas para el ensayo. Lo que refiere a sanidad estaban libres de enfermedades y no presentaban síntomas de nosemosis.

Cada carpa (repetición) instalada consistía en una estructura metálica con una base de cuatro por seis metros de longitud, cuyo volumen dado por arcos que en su punto máximo de altura alcanzaban los dos metros aproximadamente, cubierta por una malla que impide ingreso y egreso de insectos (Figura No. 1). En 3 de las 6 carpas de cada una de las dos repeticiones se colocó una colonia de abejas con 15.000 a 20.000 individuos, con una reina joven y libre de enfermedades, con ubicación en el extremo de la carpa. El número de abejas por unidad de superficie fue alto de manera de asegurar la polinización. Las variables de estudio fueron: rendimiento en grano, sus componentes y porcentaje de materia grasa. Además, durante la floración se evaluaron visualmente cambios asociados a la uniformidad de la floración.

Por su parte, en el ensayo de Paso Guerrero se instaló un termómetro dentro de las carpas y un externo a la misma con el fin de evaluar el efecto carpa sobre la temperatura y su impacto en el desarrollo del cultivo y el comportamiento de las abejas.

Las evaluaciones fenológicas del cultivo a nivel de campo se realizaron semanalmente desde la floración hasta cosecha y a su vez en cada visita se monitoreaba

el estado de la colmena, tanto la sanidad como la muerte de individuos, presencia de enfermedad y manteniendo el acceso de las abejas a agua limpia.

Al momento de madurez fisiológica se seleccionaron 2 surcos en el centro de cada unidad experimental, cortándose con tijeras al ras del suelo un total de 4 m lineales y contando los respectivos números de plantas (0.76 m^2.). Las muestras se acondicionaron en bolsas de arpillera doble para evitar pérdidas por desgrane, para posterior secado y trilla manual.

Figura No. 1. Experimento instalado en predio comercial en la zona de La Paz.

En cada una de las muestras fue contado el número total de silicuas. Posteriormente, las muestras fueron acondicionadas y secadas en estufa a 60°C durante 48 hs. Se determinó el peso seco de las mismas de forma de estimar la biomasa total acumulada, se trilló manualmente lo que permitió estimar el rendimiento en grano y el índice de cosecha. A su vez se contaron 3 repeticiones de 100 granos por muestra para estimar el peso de grano en cada una de las muestras. Finalmente, los granos fueron utilizados para estimar en el laboratorio de Calidad de Granos de INIA el porcentaje de materia grasa, la determinación fue realizada a través del método indirecto. Se realizó la determinación de contenido de aceite (%) en grano para cada parcela, expresado como porcentaje de materia grasa (%MG.); luego fue multiplicado por el rendimiento en grano a los efectos de calcular el rendimiento de aceite (Kg ha^{-1}.).

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se asumió un diseño de bloques completo con parcelas al azar con tres repeticiones, donde la unidad experimental corresponde a cada carpa. Para separar las medias se utilizó el procedimiento de mínima diferencias significativas (MDS-Fisher). En los casos que se asociaron variables, su asociación fue

analizada a través de un análisis de varianza de la regresión. En todos los casos se utilizó software InfoStat 2011/p (Di Rienzi et al., 2013)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA

El período en el cual se llevó adelante el experimento (2015), fue comparado con el promedio histórico 2002-2014, utilizando los datos de la estación experimental Dr M.A. Cassinoni (EEMAC). Las temperaturas durante el año en evaluación en el período vegetativo y parte de reproductivo tendieron a ser levemente superior a la media histórica (1.5 °C) y se ubicó levemente (1.3°C) por debajo hacia el final del llenado de grano (set.-oct.), lo que indica que el desarrollo del cultivo no se vio mayormente afectado y que la actividad polinizadora de *A. mellifera* no se vio perjudicada, ya que el rango óptimo de actividad es de (15 a 28 °C).

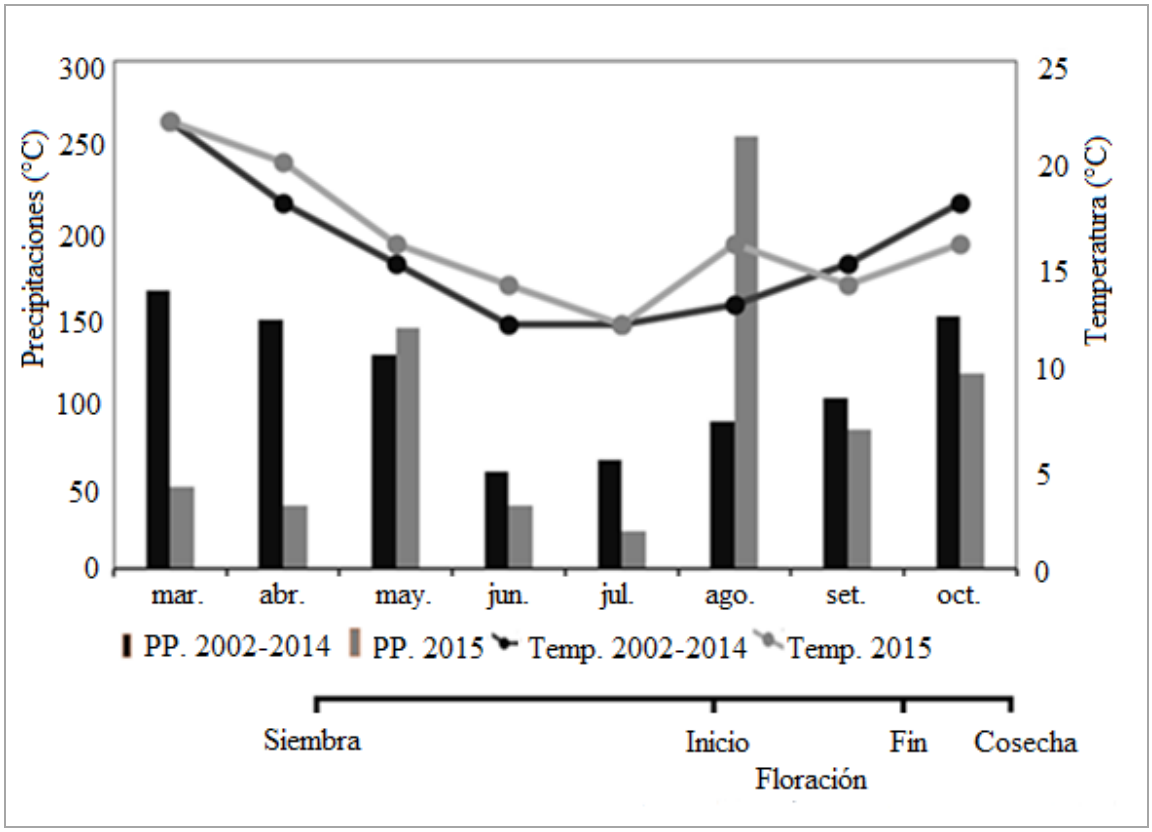


Figura No. 2. Comparación entre las precipitaciones y la temperatura media del período marzo- octubre 2015 en relación a la serie historia 2002-2014.

En cuanto a las precipitaciones en el período que comprendió el ciclo del cultivo en el año 2015 los meses de junio-julio las precipitaciones estuvieron 62 mm por

debajo de la media, aunque probablemente no perjudicó el correcto desarrollo vegetativo del cultivo, ya que, en el mes previo, las precipitaciones fueron abundantes y el consumo del cultivo no es elevado en los estadios iniciales. En contraparte, en los meses comprendidos en las etapas de floración a cosecha la precipitación acumulada se situó en 115 mm por encima del promedio histórico, debido casi exclusivamente a las lluvias en el mes de agosto, lo que pudo haber ocasionado problemas para la polinización o la actividad de las abejas (Figuras No. 2 y No. 3).

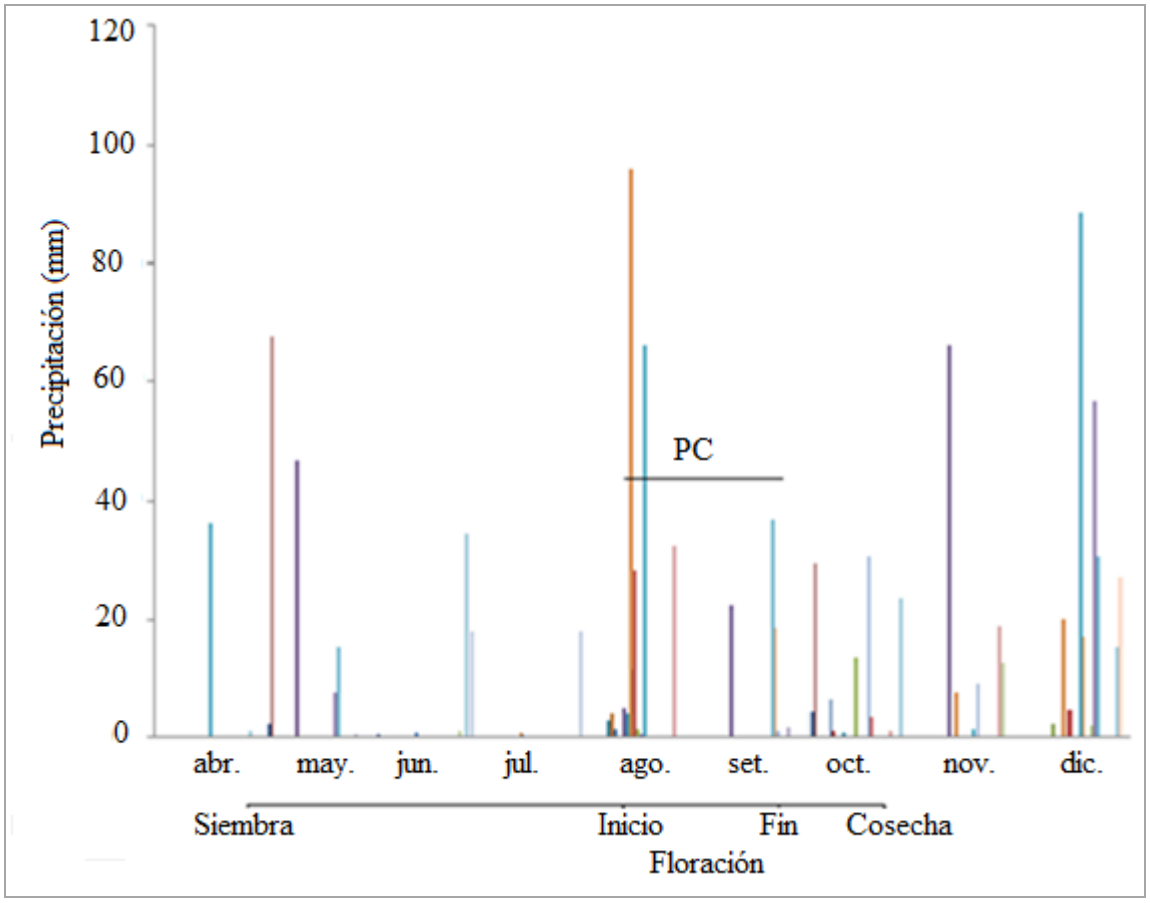


Figura No. 3. Ubicación temporal de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, en estación meteorológica, EEMAC.

En cuanto a radiación para el período en estudio no presentó diferencias importantes con el promedio histórico (Anexo No. 2). Por último, las temperaturas promedio diarias tomadas tanto fuera como dentro de las carpas en la localidad Paso Guerrero no presentaron diferencias significativas, por lo tanto, se afirma que no existió un "efecto carpa" adjudicado directamente a la temperatura, es decir que el material utilizado para las carpas no tuvo un efecto relevante en la temperatura (Figura No. 4).

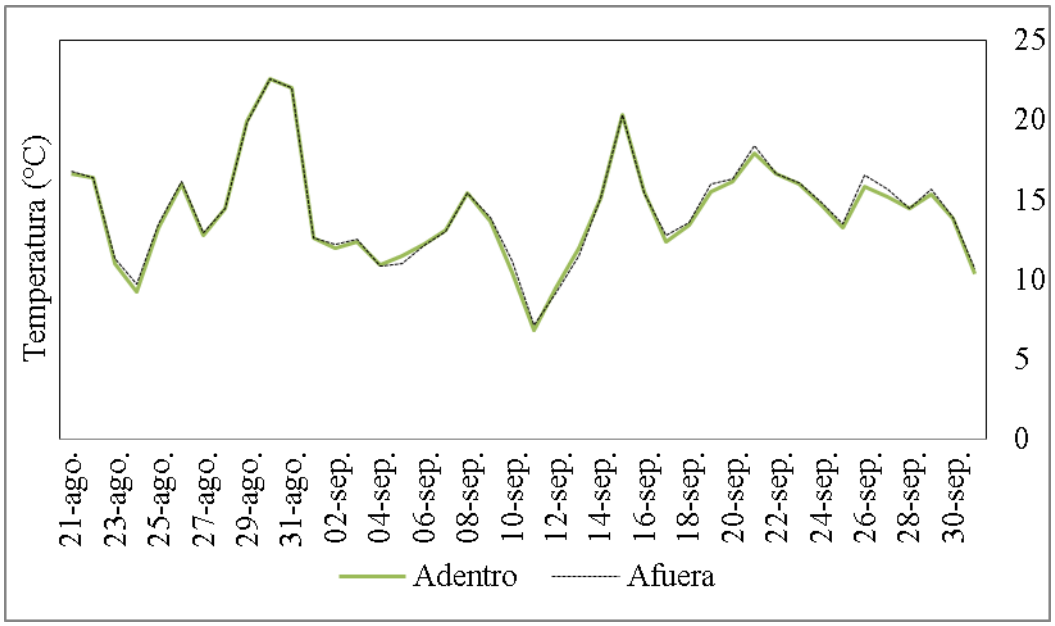


Figura No. 4. Temperatura media diaria, desde inicios de floración hasta cosecha, registros dentro y fuera de las carpas.

4.2. RESULTADOS PRODUCTIVOS

Los sitios se estudiaron separados, ya que en el caso del sitio Paso Guerrero, la cosecha del ensayo se realizó con el cultivo inmaduro, lo que provocó importantes mermas de rendimiento. Esto debió hacerse de esta manera ya que la chacra comercial iba a ser hilerada y la zona del ensayo presentaba un retraso fenológico que provocó las mencionadas pérdidas.

4.2.1 Rendimiento y componentes del rendimiento

El rendimiento promedio para el sitio La Paz mostró diferencias significativas (P=0,0211) entre tratamiento CCA y CSA. Para el tratamiento CCA el rendimiento promedio fue de 2144 kg ha^{-1} presentando un máximo de 2377 kg ha^{-1} y un mínimo de 1819 kg ha^{-1}, se observó un mayor rendimiento en comparación con los valores obtenidos para el tratamiento CSA donde el valor promedio de rendimiento fue de 1641 kg ha^{-1}. con un máximo de 2008 kg ha^{-1}. y un mínimo de 1302 kg ha^{-1}.

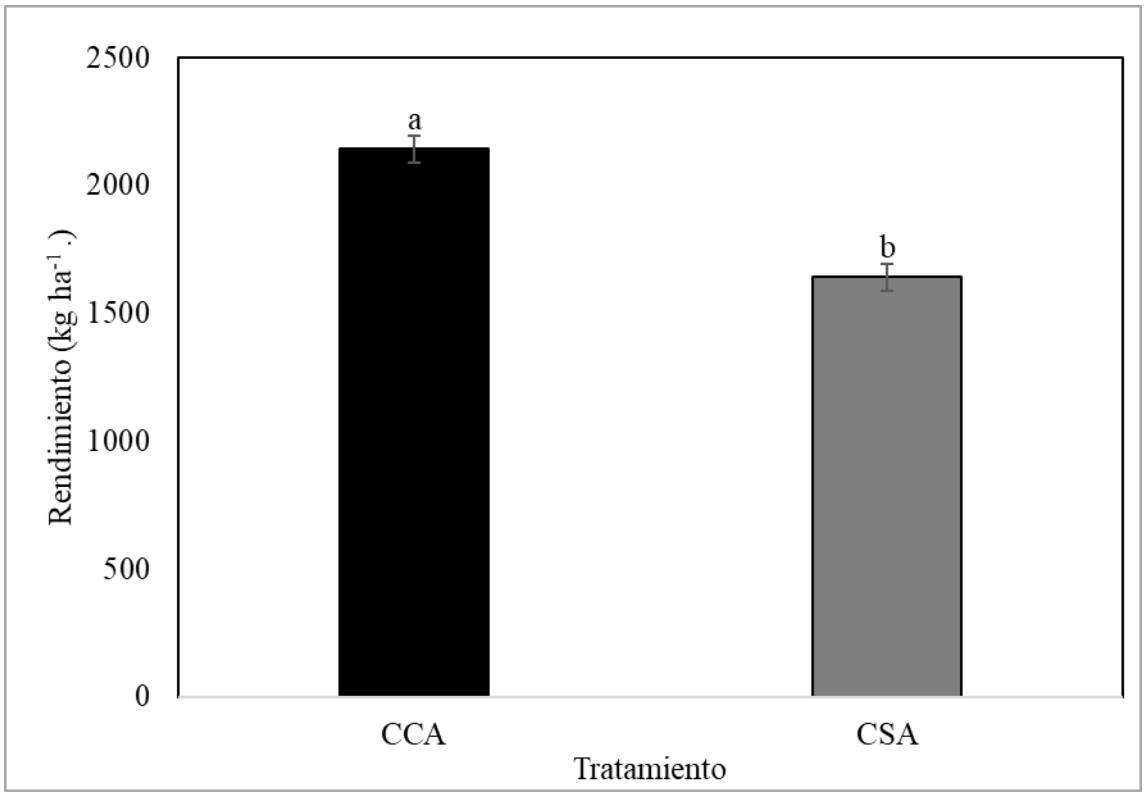


Figura No. 5. Rendimiento de grano según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio La Paz año 2015.

El rendimiento en el sitio Paso Guerrero no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (P> 0,8220). Para el tratamiento CCA el promedio fue de 1036 kg ha^{-1} con un máximo de 1333 kg ha^{-1} y un mínimo de 1026 kg ha^{-1}, mientras que para el tratamiento CSA el rendimiento promedio fue de 1144 kg ha^{-1} presenta un máximo de 1553 kg ha^{-1} y un mínimo de 672 kg ha^{-1}. Es destacable que el mínimo valor de rendimiento del tratamiento CCA tiende a ser mayor que en CSA. En el sitio se observó falta de madurez en las silicuas al momento de cosecharlas lo que puede interferir en los resultados.

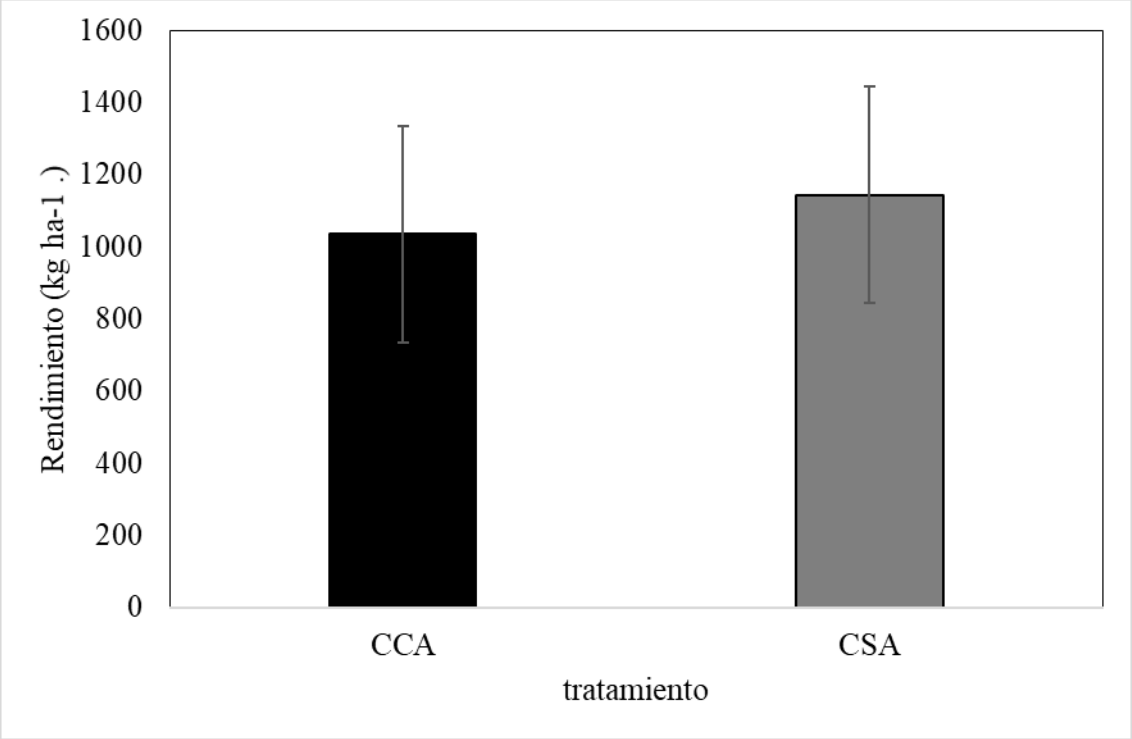


Figura No. 6. rendimiento de grano según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio Paso Guerrero año 2015.

Cuadro No.1 Componentes de rendimiento según presencia (CCA) o ausencia (CSA) de abejas para el sitio La Paz y Paso Guerrero para el año 2015.

Sitio	La Paz			Paso Guerrero		
	CCA	CSA	P-valor	CCA	CSA	P-valor
Biomasa	8333 a	7401 a	0,0645	7014 a	8093 a	0,5422
Rinde relativo	1,17 a	0,9 b	0,0153	0,93 a	1,03 a	0,8164
IC	0,26 a	0,22 b	0,0082	0,14 a	0,14 a	0,8675
PMG	3,2 a	2,7 a	0,1383	2,0 a	2,4 a	0,1869
Silicuas/m-2	4656 a	4321 a	0,3273	4440 a	5357 a	0,5422
% Aceite	40,3 a	38,4 a	0,0636	34,5 a	33,4 a	0,7783

A pesar de las diferencias en rendimiento, no fue posible detectar diferencias significativas en la producción de materia seca entre el tratamiento CCA y CSA en el sitio La Paz. Para el tratamiento CCA la producción media fue de 8333 kg ha^{-1}., presenta como máximo una producción de 9632 kg ha^{-1}. y como un mínimo de producción de 6985 kg ha^{-1}. El tratamiento CSA la producción media fue de 7401 kg $ha^{-1.}$ presenta como un máximo 9191 kg ha^{-1} y un mínimo de 5882 kg ha^{-1}. Hay dos parámetros para hacer énfasis, en primer lugar, los máximos valores en biomasa están relacionados con el tratamiento CCA y por otro lado el valor mínimo que se presenta para tratamiento CCA es mayor al valor mínimo del tratamiento de CSA y con tendencia estadística en promedio de mayor producción de biomasa (P>0,0645).

Dado que el rendimiento fue mayor en el tratamiento CCA en este sitio y esto no estuvo totalmente explicado por un aumento en la biomasa acumulada, el otro componente que explicó las diferencias en rendimiento fue el índice de cosecha (P=0,008) que para el tratamiento CCA fue de 0,26 mientras que para el tratamiento CSA el promedio obtenido fue de 0,22. Por último, para este sitio no se detectaron diferencias en el peso de grano (P>0,1383) ni para las silicuas por m^2 (P>0,3273), lo que determina que el cambio en el rendimiento estuvo explicado por pequeños cambios en los componentes numéricos del rendimiento que determinaron mejoras en el índice de cosecha. Por un lado, en el número de granos/silicua que fue mayor en el tratamiento CCA, el numero fue de 15,7 mientras que en el tratamiento CSA el numero fue de 13,2 con (P>0,1416) no muestran diferencias significativas. Para el componente números de grano el resultado muestra diferencias no significativas (P>0,0727) donde el tratamiento CCA tiene en promedio 67006 granos m^{-2}. y el tratamiento CSA tiene en promedio 60912 granos m^{-2} .

Para el sitio Paso Guerrero en la medida que no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los tratamientos evaluados, tampoco fue posible detectar diferencias en ninguno de los componentes del rendimiento. Un detalle

a tener en cuenta es que el adelanto de la cosecha en ese sitio se vio reflejado en el peso de grano que fue 23% menor que para el sitio La Paz (2,9 vs. 2,3 gr.) aun cuando las condiciones de crecimiento fueron semejantes en ambos sitios. Lo mismo ocurre para el IC, dónde en este caso fue 40% inferior que en el sitio La Paz (0.24 vs. 0.14). Todas estas variables afirman la idea de que el adelantamiento del período de corte impidió detectar las diferencias generadas por los tratamientos.

Para ambos sitios de estudio la variable porcentaje en materia grasa tiene tendencia a mayores valores en carpas con presencia de abeja. Si bien no presenta diferencias estadísticamente significativas, las tendencias a valores levemente mayores se pueden relacionarse con que el tratamiento con abejas presenta mayor uniformidad en llenado de grano y madurez más homogénea.

4.3 UNIFORMIDAD DE FLORACIÓN

Mediante los registros fenológicos realizados a campo, fue posible detectar un acortamiento del período de floración en las CCA. Este efecto es relevante, ya que la uniformidad en el cultivo es favorable para mejorar las perdidas de grano a cosecha (Figuras No. 7 y No. 8).

Figura No. 7. Cultivo 2 de setiembre, tratamiento sin abejas.

Figura No. 8. Cultivo 2 de setiembre, tratamiento con abejas.

4.4. DISCUSIÓN

La realidad agrícola y apícola de Uruguay se encuentra ligada de forma permanente, la apicultura demanda alimento a base de flores (polen y néctar) y la agricultura necesita de un polinizador eficiente para lograr la fecundación y formación de semillas como descendencia, lo que es de interés mutuo. Más allá de que son muchas las especies de insectos que se ven atraídas a polinizar canola, la abeja melífera supera el 70% del contacto flor insecto (Woodcock et al. 2013, Garibaldi 2013).

Es muy alta la proporción de las especies vegetales que son polinizadas en el mundo por insectos (aproximadamente 90%), existe una importante interacción planta-polinizador con un rol importante en mantener el funcionamiento de la mayoría de los ecosistemas terrestres (Ollerton et al., 2011). Surge entonces la importancia de consciencia social en la utilización de agroquímicos para continuar conservando los polinizadores, especialmente a las abejas en los sistemas de producción.

En la actualidad la producción agrícola es en base al uso de agroquímicos, que afectan a las abejas matándolas por contacto o contaminando su alimento. Las pérdidas de colmenas en el período 2016/2017 fue cerca de un 30%, en otros países como Chile las pérdidas se situaron en 53%, principalmente debido al el uso de agroquímicos en cultivos (SOLATINA, 2018).

Como está estudiado en la literatura, la presencia de colmenas en los cultivos de colza puede aumentar hasta un 50% el rendimiento en grano y además contribuye a la uniformidad y establece temprano en el ciclo un mayor número de silicuas que un cultivo sin presencia de abejas (Sabbahi et al. 2005, Durán et al. 2010). Se determino en el presente trabajo un resultado favorable, incrementando de un 0 % a 30 % en el rendimiento, Por lo que es relevante el equilibrio en el ambiente del cultivo y sus polinizadores.

En el presente trabajo se observó la relación de *A. mellifera* en canola, para dos ensayos instalados en predios comerciales, en la localidad de La Paz los resultados fueron estadísticamente significativos para la variable rendimiento. En cambio, para el sitio Paso Guerrero no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los tratamientos evaluados, una causa fue el momento que se levantó el ensayo exigido por la cosecha del cultivo a nivel comercial; sumados a otros factores que determinaron error experimental. En la cosecha temprana se obtienen alto porcentaje de semillas inmaduras, alto contenido de clorofila lo que genera menor peso de mil granos y menos concentración de aceite (Augsburger, 1991).

Sobre las condiciones climáticas en el período evaluado se puede afirmar que las temperaturas en el ciclo del cultivo no presentaron diferencias con el promedio histórico. Las condiciones hídricas fueron suficientes para los requerimientos del cultivo y distribuidas en momentos críticos que favorecen al desarrollo vegetal, dichas variables permitieron un buen desarrollo floral (tamaño y buen atractivo floral) para fomentar a la interacción con las abejas, logrando las condiciones adecuadas para realizar su tarea de polinización durante el período de floración.

Reyes y Cano (2009) indican que los factores climáticos más importantes que influyen en el vuelo de las abejas son la temperatura y la radiación solar, siendo el óptimo de temperatura 14-22°C. Otro factor que interviene en su actividad es el viento, entre 14 y 32 km/h la actividad pecoreadora disminuye, siendo el óptimo de 11 km/h. Por otro lado, la lluvia impide a las abejas salir a pecorear ya que al mojarse su peso aumenta y se vuelven incapaces de volar, teniendo en cuenta también que el impacto de las gotas de lluvia sobre las flores alcanza a lavar el néctar y polen de la superficie floral, bajando así la constancia abeja/flor.

En el ensayo instalado en La Paz se afirma que hubo diferencias estadísticas que marcaron un mayor efecto *A. mellifera* sobre el rendimiento en grano. La

uniformidad del cultivo en carpas con abejas es un efecto directo y positivo que se obtuvo. Este efecto tiene como consecuencia directa la mejora de la cosecha, menor merma y perdidas por dehiscencia de las silicuas, lo que incrementa el rendimiento por hectárea alcanzado. Evaluando los resultados negativamente, se puede discutir lo que ocurre en las carpas donde la presencia de abejas es nula, y comparar con situaciones reales cuando se utilizan de forma inapropiada distintos insecticidas y químicos que modifican la relación entre *A. mellifera* y *B. napus* provocando disminución de rendimiento, situación que es agravada en años donde no se den las condiciones adecuadas para desarrollar de forma potencial el cultivo o en zafras donde los manejos en el cronograma del cultivo no son los recomendables.

5. CONCLUSIONES

La introducción de *A. mellifera* en cultivo comerciales de *B. napus* (var: Rivette) limitados por carpas de exclusión durante el período de floración, reporta diferencias significativas condicionadas al sitio. Para La Paz el rendimiento obtenido por la inclusión de abejas logro un 30% más que las sin abejas, aunque cabe destacar que el tratamiento sin abejas es con cero polinizadores, no siendo representativo de la mayoría de las condiciones normales producción.

Los incrementos de rendimiento en CCA están determinados por pequeños cambios en los componentes numéricos del rendimiento que contribuyen a la mejora del índice de cosecha, siendo estos el número de granos/silicua y granos m^{-2}. En cuanto a peso de grano o para las silicuas por m^2 no se obtuvieron efectos atribuidos a las abejas.

Apis mellifera es un factor más en el manejo a considerar, que suma al conjunto para concretar el potencial de rendimiento del cultivo, no siendo determinante por sí solo. No obstante, además de su efecto directo sobre el rendimiento parece inducir mejoras en la uniformidad del cultivo lo que determina cambios en el ciclo y mayor precisión en el manejo del cultivo.

6. RESUMEN

En Uruguay el cultivo de canola (*Brassica napus)* ha tenido un constante aumento en la superficie destinada a la siembra, abarcando un total de 25000 hectáreas hasta el año 2016, destinado a aceites comestibles y a la industria del biodiesel. Colza-canola es una oleaginosa perteneciente a la familia de las crucíferas, es autógama, aunque presenta un alto porcentaje de alogamia. Por lo que se ha estudiado como afecta los componentes del rendimiento la presencia de abejas polinizadoras (*Apis mellifera*). Hay datos que demuestran aumentos de hasta un 50% en rendimiento en grano, brindando además una excelente uniformidad del cultivo y mayor número de vainas temprano en el ciclo.El presente trabajo se realizó en Paysandú, en el invierno del año 2015. Se instalaron dos experimentos simultáneos sobre dos chacras de cultivos comerciales distintas. Uno en zona La Paz y otro en Paso Guerrero, ambos con la variedad de polinización abierta Rivette. Se evaluar los siguientes componentes; rendimiento total, producción de biomasa, índice de cosecha, silicuas por metro cuadrado y peso de mil granos. Además, se recabaron datos visuales semanalmente en cuanto a uniformidad del cultivo y posteriormente se evaluó la calidad del aceite derivado de esos granos. El diseño experimental es en bloques completamente al azar, con dos tratamientos, tres repeticiones con abejas (CCA) y tres repeticiones sin abejas (CSA). Cada parcela estaba dentro de una carpa excluidora de insectos. En los tratamientos CCA se introdujo un núcleo de *Apis mellifera* de una población entre 15000 a 20000 individuos. Los valores promedio obtenidos de las variables en estudio fueron; rendimiento total Paso Guerrero CCA= 1036 kg/ha, CSA= 1144 kg/ha, La Paz CCA= 2144 kg/ha, CSA= 1641 kg/ha. Producción de biomasa Paso Guerrero CCA= 7014 kg/ha, CSA= 8094 kg/ha, La Paz CCA= 8333 kg/ha, CSA= 7401 kg/ha. Silicuas por metro cuadrado Paso Guerrero CCA= 4440, CSA= 5356, La Paz CCA= 4320, CSA= 4656. Indice de cosecha Paso Guerrero CCA= 0.146, CSA= 0.139, La Paz CCA= 0.258, CSA= 0.222. Peso de mil granos, Paso Guerrero CCA= 2.1g, CSA= 2.4g, La Paz CCA= 3.2g, CSA= 2.7g. En cuanto a la uniformidad del cultivo se constataron diferencias a favor de los tratamientos con abejas, acortando el período de floración. Si bien los datos son muy sesgados, hay diferencias significativas en cuanto a los resultados obtenidos en las variables CCA y CSA. hay una tendencia a mejores resultados en los parámetros obtenidos con la presencia de *Apis mellifera* para localidad La Paz, esto no se repite para los datos de Paso Guerrero debido a componentes logísticos a la hora de la cosecha del ensayo.

Palabras clave: *Brassica napus; Apis mellifera;* Componentes del rendimiento.

7. SUMMARY

In Uruguay, crop of canola (*Brassica napus*) has been constantly increasing in the sowing area , covering a total of 25,000 hectares until 2016, with destinations for edible oils and the biodiesel industry. Colza-canola is an oilseed belonging to the cruciferous family, which is autogamous, although it has a percentage of alogamy. This is why it has been studied how affects the performance components with the presence of pollinating bees (*Apis mellifera*). There are data that show increases of up to 50% in grain yield, providing also an excellent uniformity of the crop, greater number of pods early in the cycle.The present work was carried out in Paysandú, in the winter of 2015. Two simultaneous experiments were installed on two farms of different commercial crops. One in La Paz and another one in Paso Guerrero, both with Rivette open pollination variety. The items evaluated were; total yield, biomass production, harvest index, siliques per square meter and weight of a thousand grains. In addition, visual data were collected weekly regarding crop uniformity and subsequently the quality of the oil derived The experimental design is completely random blocks, with two treatments, three bee repeats (CCA) and three bee-free repeats (CSA). Each plot was inside a metallic structure. In the CCA treatments, a nucleus of *Apis mellifera* was introduced from a population between 15,000 to 20,000 individuals. The average values obtained from the variables under study were; total yield "warrior step" CCA = 1036 kg / ha, CSA = 1144 kg / ha, La Paz CCA = 2144 kg / ha, CSA = 1641 kg / ha. Biomass production Paso Guerreo CCA = 7014 kg / ha, CSA = 8094 kg / ha, La Paz CCA = 8333 kg / ha, CSA = 7401 kg / ha. Silicuas per square meter Paso Guerrero CCA = 4440, CSA = 5356, La Paz CCA = 4320, CSA = 4656. Harvest index Paso Guerrero CCA = 0.146, CSA = 0.139, La Paz CCA = 0.258, CSA = 0.222. Weight of a thousand grains, "step warrior" CCA = 2.1g, CSA = 2.4g, La Paz CCA = 3.2g, CSA = 2.7g.Regarding the uniformity of the crop differences were found in favor of treatments with bees, hortening the period of flowering .Although the data are very skewed, there are significant differences in the results obtained in the CCA and CSA variables. There is a trend towards better results in the parameters obtained with the presence of *Apis mellifera* for La Paz locality, this is not repeated for the "warrior step" data due to logistic components that led to an early harvest of the crop at a commercial level, therefore, lower grain yields and associated variables.

Keywords: *Brassica napus*; *Apis mellifera*; Performance components.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agronegocios Del Plata, UY. 2017. La colza se posiciona en Uruguay como un cultivo de invierno alternativo y rentable. (en línea). s.l. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en https://adp.com.uy/la-colza-se-posiciona-en-uruguay-como-un-cultivo-de-invierno-alternativo-y-rentable/

2. Augsburger, H. K. M. 1991. Aspectos técnicos a considerar en la cosecha de la colza. (en línea). Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 16). Consultado 08 mar. 2019. Disponible en http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2712/1/111219240807154515.pdf

3. Bommarco, R.; Marini, L.; Vaissiere, B. 2012. insect pollination enhances seed yield, quality, and marked value in olseed rape. (en línea). Oecología. 169 (4): 1025-1032. Consultado may. 2018. Disponible en http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.901.8143&rep=rep1&type=pdf

4. Castro, M. 2017. Evaluación nacional de cultivares de colza: convenio INASE-INIA. (en línea). In: Jornada ALUR (2017, Colonia, INIA). Evaluación nacional de cultivares de colza. Montevideo, INIA s.p. Consultado may. 2018 Disponible en http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6601/1/Colza-Jornada-ALUR-23-de-marzo-2017.pdf

5. Daun, J. K. 1984. Composition and use of canola seed, oil and meal. Cereal Foods World. 29: 291-296.

6. Devine, G. J.; Eza, D.; Ogusuku, E.; Furlong, M. J. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. (en línea). Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 25 (1):74-100. Consultado 26 nov. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100011

7. Dobreff, N.; Rosas, M. 2015. Evaluacion del impacto que genera en el cultivo *Brassica napus L*. la presencia del polinizador de *Apis mellifera* durante la floración. Tesis Ing Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 25 p.

8. Durán, X; Ulloa, R.; Carrillo, J.; Contreras, J.; Bastidas, M. 2010. Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera L*.) rapased canola (*Brassica napus L.).* (en línea). Chilean Journal of Agricultural Research. 70: 309-314. Consultado may. 2018. Disponible en http://www.bioline.org.br/pdf?cj10033

9. Erickson, E. H. 1975. Effects of honey bees on yield of three soybean cultivars. (en línea). Crop Science. 15(1): 84-86. Consultado abr. 2018. Disponible en https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/15/1/CS0150010084

10. Estay, P. 2012. Abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): polinización según especie objetivo. (en línea). Santiago, Chile, INIA. 164 p. (Boletín no. 235). Consultado may. 2018. Disponible en http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38273.pdf

11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2014. Faostat. (en línea). Roma. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en http://www.fao.org/documents/card/es/c/5f4ff131-6df9-59df-ba55-4bc9e5c29b29/

12. _____. 2014. Principios y avances sobre polinización. (en línea). Roma. 56 p. Consultado abr. 2018. Disponible en http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf

13. Free, J. 1963. The flower constancy of honey bees. (en línea). Journal of Animal Ecology. 32: 119-131. Consultado may. 2018. Disponible en http://www.jstor.org/stable/2521?seq=1#page_scan_tab_contents

14. Gavloski, J. 2012. Bees on canola- What are the benefits? (en línea). Pest Management Fact. Sheet Jul. 2012. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/insects/pubs/beesoncanolafactsheet.pdf

15. Keller, I. ; Fluri, P. ; Indorf, A. 2005. Pollen nutrition and colony development in honey bees: Part II. (en línea). Berna, Switzerland, Liebefeld. 24 p. Consultado may. 2018. Disponible en http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.318.7361&rep=rep1&type=pdf

16. Kevan, P.: Eisikowitch, D. 1990. The effects of insect pollination on canola (*Brassica napus L.* cv. O.A.C.Triton) seed germination. (en línea). Euphytica. 45(1): 39-41. Consultado jun. 2018. Disponible en https://rd.springer.com/article/10.1007/BF00032148

17. Lindström, S. A. M.; Herbertsson, L.; Rundlöf , M.; Smith, H.; Bommarco, R. 2016. Large-scale pollination experiment demonstrates the importance of insect pollination in winter oilseed rape. Oecología. 180: 759-769.

18. Martino, D. L.; Ponce de León, F. 1999. Canola: una alternativa promisoria. (en línea). In: Martino, D. L.; Ponce de León, F. eds. Canola: una alternativa promisoria. Montevideo, INIA. pp. 1-7 (Serie Técnica no. 105). Consultado may. 2018. Disponible en http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2848/1/111219240807140032.pdf

19. _____.; _____. eds. 1999. Canola: una alternativa promisoria. (en línea). Montevideo, INIA. 98 p. (Serie Técnica no. 105). Consultado abr. 2018. Disponible en http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2848/1/111219240807140032.pdf

20. Ollerton, J.; Winfree, R.; Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? (en línea). Oikos. 120 (3): 231-326. Consultado 8 mar. 2019. Disponible en https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x

21. Oz, M.; Karasu, A.; Cakmak, I.; Goksoy, A.; Ozmen, N. 2008. Effect of honey bees pollination on seed setting, yield an quality characteritics of repeseed (*Brassica napus* oleifera). Indian Journal Agriculture Science. 78:680-683.

22. Perrot, T.; Gaba, S.; Roncoroni, M.; Gautier, J.; Bretagnolle, V. 2018. Bees increase oilseed rape yield under real field conditions. (en línea). Agriculture Ecosystem Environment. 266: 39-48. Consultado 8 mar. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/326928446_Bees_increase_oilseed_rape_yield_under_real_field_conditions

23. Reyes Carrillo, J. L.; Cano Ríos, P. 2000. Manual de polinización apícola. (en línea). Tlahualilo, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería. 52 p. Consultado 22 oct. 2018. Disponible en http://www.mieldemalaga.com/data/manual_polinizacion_apicola.mex.pdf

24. Sabbahi, R.; Olivera, D.; Marceu, J. 2005. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) density on production of canola. (en línea). Journal of Economic Entomology. 98(2): 367-372. Consultado may. 2018. Disponible en https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15889725

25. _____.;_____.;_____.; Houle, E. 2006. Floraison du canola (Crucifera: Brassicaceae) et le rendement des colonies d´abeilles domestiques (Hymenoptera: Apidae). (en línea). Montreal, Quebec, Université du Quebec á Montréal. 15 p. Consultado jun. 2018. Disponible en https://www.agrireseau.net/apiculture/documents/Rendem_apicole-Rachid_revise.pdf

26. Samuelle, J. 2017. ALUR pisa el acelerador en la expansión del área con canola. (en línea). El Observador, Montevideo, UY, may. 12: s.p. Consultado may. 2018. Disponible en https://www.elobservador.com.uy/alur-pisa-el-acelerador-la-expansion-del-area-canola-n1069839

27. Satista, G. E. 2018. Volúmenes de producción de colza en el mundo por país en 2013. (en línea). Hamburgo, s.e. s.p. Consultado may.2018. Disponible en https://es.statista.com/estadisticas/635276/volumen-de-produccion-de-colza-en-el-mundo-por-pais-en/2013

28. Schwab, M. 2010. Comportamiento agronómico de colza según fechas de siembra (en línea). Tesis Ing. Agr. Buenos Aires, Argentina. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. 48 p. Consultado abr. 2017. Disponible en http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/comportamiento-agronomico-colza-fechas-siembra.pdf

29. Silva, D.; Arcos, A.; Gómez J. 2006. Guía ambiental apícola. (en línea). Bogotá, D. C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 142 p. Consultado abr. 2017. Disponible en http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32938/GUIA_AMBIENTAL_APICOLA_Bogota_-Colombia.pdf?sequence=1

30. Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas, UY. 2017. Pérdidas de colmenas en Latinoamérica: resultados 2016/2017. (en línea).

Montevideo. s.p. Consultado mar. 2019. Disponible en http://solatina.org/perdidas-2016-2017/

31. Steffan- Dewenter, I.; Munzenberg, U.; Burguer, C.; Thies, C.; Tscharntke, T. 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. (en línea). Washington, University of Gottingen. Departament of Agroecology . pp. 1421-1432. Consultado nov. 2017. Disponible en http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9658(2002)083%5B1421:SDEOLC%5D2.0.CO;2/full.

32. Tardágila, R. 2018. Proyección de producción de canola en el mundo. (en línea). Agrotemario. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en http://agrotemario.com/noticia/19848/crece-la-proyeccion-de-produccion-de-canola-en-el-mundo

33. USDA. FAS (United States Departament of Agriculture. Foreing Agricultural Service, US). 2018. Olsedss: world Markets and Trade. (en línea). Washington, D. C. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf

34. Vicens, N.; Bosch, J. 2000. Pollinating Efficacy of Osmia cornuta and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on 'Red Delicious' Apple. (en línea). Enviromental Entomology. 29(2): 235-240. Consultado may. 2018. Disponible en http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0046-225X%282000%29029%5B0235%3APEOOCA%5D2.0.CO%3B2

35. Wascot, L.; Nelson, D. 2001. Canola Pollination: and update. Bee Word. 82(3):115-129.

36. Winston, M. 1987. The biology of the honey bee. (en línea). London, England, Harvard University Press. 281 p. Consultado may. 2018. Disponible en https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=-5iobWHLtAQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Winston+M.+1987.+The+biology+of+the+honey+bee.+&ots=KXTDj_aarO&sig=50o23AAwhod41VX0S1DsCyDtpdM#v=onepage&q=europe&f=false

37. Woodcock, B.; Edwards, M.; Redhead, J.; Meek, W.; Nuttall, P.; Falk, S.; Nowakowski, M.; Pywell, R. 2013. Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: behavioural differences and diversity responses to landscape. Agriculture, Ecosystems & Environment. 171: 1-8.

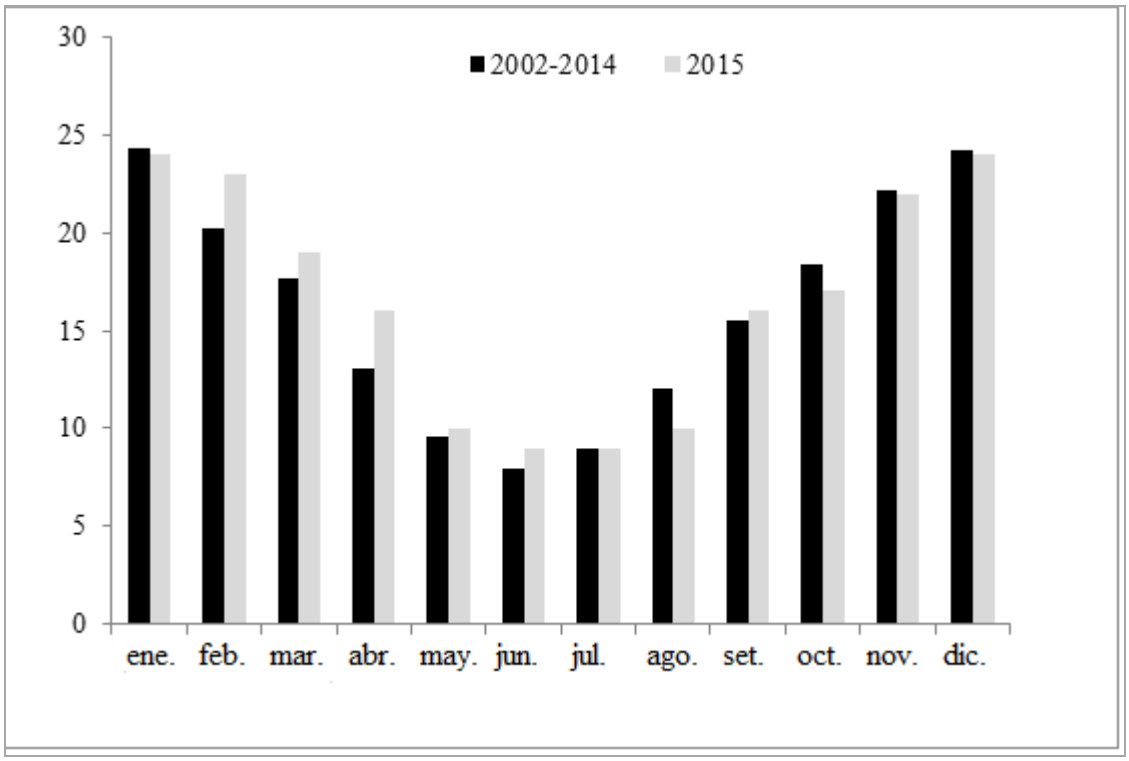
38. Zou, Y.; Xiao, H.; Bianchi, F. J. J. A.; Jauker, F.; Luo, S.; van der Werf , W. 2017. Wild pollinators enhance oilseed rape yield in small-holder farming systems in China. (en línea). BMC Ecology. 17:p. irr. Consultado 08 mar. 2019. Disponible en https://bmcecol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12898-017-0116-1 .

9. ANEXOS

Anexo No.1

fecha	La Paz	Estado fenológico	fecha	Paso Guerrero	Estado fenológico
29-jul.	Carpas instalación	C2-C3		Carpas instalación	C2-C3
07-ago.	Colocación abejas	2-3% Floración	10-ago.	Colocación abejas	2-3% Floración
31-ago.	Adentro CCA (carpa con abeja)	G2		Adentro CCA	G1-G2
	Adentro CSA (carpa sin abeja)	F2		Adentro CSA	G1
	Afuera	G1-G2	31-ago.	Afuera	G1-G2
	Afuera	G1-G3		Afuera	G3-G4
	Adentro CCA	G3- Poco G4		Adentro CCA	G3-G4
14-sep.	Adentro CSA	G1-G3	14-sep.	Adentro CSA	G1-G3
05-oct.	Adentro CSA	G3-G4	01-oct.	Adentro CSA	G3-G4
cosecha	Afuera	G4	Cosecha	Afuera	G4

Anexo No.2.


30
25
20
15
10
5
0
2002-2014
2015
ene.
feb.
mar.
abr.
may.
jun.
jul.
ago.
set.
oct.
nov.
dic.