

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE INSECTOS EN EL SEMILLERO DE  
CEBOLLA Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE  
SEMILLA**

**por**

**Santiago CAGGIANI MONTES**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2019**

Tesis aprobada por:

Director:-----

Ing. Agr. MSc. Sebastián Peluffo

-----

Ing. Agr. Pablo Cracco

-----

Lic. MSc. Leticia Bao

Fecha: 16 de julio de 2019

Autor: -----

Bach. Santiago Caggiani

## AGRADECIMIENTOS

A Sebastián, Leticia y Pablo por orientarme y apoyarme en este trabajo. A Sully por su paciencia.

A Natalia, Quito, Heber y todo el personal del CRS por ayudarme en la realización de este trabajo.

A todos los compañeros y amigos que me dejó la etapa de estudiante.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía por aportarme otras formas de entender la realidad y ser una escuela de la vida para aprender a construir con otros.

A mi familia por su apoyo continuo.

A Sheila por estar siempre.

Muchas gracias

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CEBOLLA .....	3
2.1.1 <u>En el mundo</u> .....	3
2.1.2 <u>En Uruguay</u> .....	3
2.2 BIOLOGÍA FLORAL Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CEBOLLA....	5
2.3 ENTOMOFAUNA EN SEMILLEROS DE CEBOLLA .....	6
2.4 MANEJOS PARA MEJORAR ATRACCIÓN DE POLINIZADORES .....	8
2.4.1 <u>Aromas y aplicación de sustancias</u> .....	8
2.4.2 <u>Hormonas</u> .....	9
2.4.3 <u>Cultivos intercalados</u> .....	9
2.5 FACTORES INVOLUCRADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA.....	10
2.6 CALIDAD DE SEMILLA .....	11
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	12
3.1 INSTALACIÓN DEL ENSAYO Y MANEJO DEL CULTIVO.....	12
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.2.1 <u>Asignación de tratamientos</u> .....	14
3.3 VARIABLES EVALUADAS .....	14
3.3.1 <u>Monitoreo de insectos</u> .....	14
3.3.1.1 Número de insectos posados sobre umbelas .....	14
3.3.1.2 Número de <i>Apis mellifera</i> posadas sobre umbelas.....	15
3.3.1.3 Identificación de insectos pegados en trampas amarillas .....	15
3.3.2 <u>Parámetros de desarrollo del semillero</u> .....	16
3.3.2.1 Número de plantas, número de umbelas y número de umbelas primarias por parcela .....	17
3.3.2.2 Número de umbelas por planta y número de umbelas primarias por planta.....	17

3.3.2.3	Número de umbelas con menos del 50% de flores abiertas .....	17
3.3.2.4	Umbelas totales por parcela .....	17
3.3.2.5	Número de plantas por parcela .....	17
3.3.2.6	Muestreo destructivo de umbelas .....	17
3.3.2.7	Número de flores por umbela .....	17
3.3.2.8	Porcentaje de flores cuajadas.....	17
3.3.3	<u>Determinación del rendimiento y componentes del rendimiento</u> .....	18
3.3.3.1	Número de umbelas cosechadas.....	18
3.3.3.2	Producción de semillas por umbela.....	18
3.3.3.4	Número de semillas por cápsula.....	18
3.3.3.3	Número de semillas por umbela .....	18
3.3.4	<u>Calidad de semilla</u> .....	18
3.3.4.1	Peso de mil semillas .....	18
3.3.5	<u>Registro de datos climáticos</u> .....	19
3.3.5.1	Precipitaciones.....	19
3.3.5.2	Velocidad del viento.....	19
3.3.5.3	Radiación solar .....	19
3.3.5.4	Temperatura.....	19
3.3.6	<u>Caracterización de las fuentes de alimentación de <i>A. mellifera</i> en el cultivo semillero</u> .....	20
3.3.6.1	Relevamiento de especies vegetales en floración.....	20
3.3.6.2	Monitoreo de especies vegetales visitadas por <i>A. mellifera</i> mediante análisis de polen.....	20
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	21
4.1	<u>CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE <i>Apis mellifera</i> EN EL CULTIVO SEMILLERO</u> .....	21
4.2	<u>ENTOMOFAUNA PRESENTE EN EL SEMILLERO</u> .....	26
4.2.1	<u>Morfoespecies relevadas en el monitoreo visual de umbelas</u> .....	26
4.2.2	<u>Morfoespecies relevadas en el monitoreo con trampas amarillas</u> ....	28
4.3	<u>EVOLUCIÓN DE INSECTOS POSADOS SOBRE UMBELAS SEGÚN SEMANA Y MANEJO DEL SEMILLERO</u> .....	29
4.3.1	<u>Conteo de individuos agrupados por morfoespecie</u> .....	29
4.3.2	<u>Conteo de <i>Apis mellifera</i></u> .....	33
4.4	<u>CONDICIONES CLIMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD DE INSECTOS Y DESARROLLO REPRODUCTIVO DEL SEMILLERO</u> .....	35
4.5	<u>DESARROLLO REPRODUCTIVO Y DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO</u> .....	37
4.6	<u>CORRELACIÓN ENTRE LOS CONTEOS DE INSECTOS, COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA</u> .....	40
4.7	<u>PRODUCCIÓN DE SEMILLA</u> .....	42

4.7.1 <u>Producción de semilla por umbela</u> .....	42
4.8 CALIDAD DE SEMILLA .....	44
4.8.1 <u>Peso de mil semillas</u> .....	44
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	46
6. <u>RESUMEN</u> .....	47
7. <u>SUMMARY</u> .....	48
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	49
9. <u>ANEXOS</u> .....	57

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos evaluados.....	14
2. Especies vegetales predominantes en estado de floración relevadas durante el período de polinización del semillero.....	22
3. Granos de polen colectados en trampas de polen, según especie vegetal y familia, en colmena Oeste para el período de floración desde el 26 de nov al 18 de diciembre.....	23
4. Granos de polen colectados en trampas de polen, según especie vegetal y familia, en colmena Este para el período de floración desde el 26 de noviembre al 18 de diciembre.....	24
5. Grupos de insectos registrados en el monitoreo visual de umbelas.....	26
6. Prueba p, para el total de insectos por grupo taxonómico, según semana y manejo del semillero.....	31
7. Insectos totales, <i>Apis mellifera</i> , sírfidos, <i>Musca domestica</i> posados sobre umbelas, según semana de monitoreo y manejo.....	31
8. Número de <i>Apis mellifera</i> posados sobre umbelas, promedio semanal por monitoreo, para las cuatro semanas de monitoreo del semillero, según manejo.....	33
9. Datos promedio de temperatura, velocidad del viento, velocidad máxima del viento, radiación solar y magnitud de precipitaciones en el horario de 6 a 19 horas, según semana.....	36
10. Cantidad de horas para los rangos establecidos de: temperatura, velocidad del viento, velocidad máxima del viento, precipitaciones y radiación solar, en el horario de 6 a 19 horas, según semana.....	36
11. Flores totales por umbela, flores con semilla por umbela, flores sin semilla por umbela, flores cuajadas por umbela, y semillas por cápsula, según semana de floración y manejo.....	38
12. Coeficiente de Pearson (r) y probabilidad de hipótesis para correlación nula, para el total de insectos contabilizados por semana, componentes del rendimiento de semilla por umbela y rendimiento de semilla por umbela.....	40
13. Producción de semilla por umbela y número de semillas por umbela según semana de floración y manejo realizado.....	42
14. Peso de mil semillas, según semana de floración y manejo realizado.....	44

Figura No.

1.	Diagrama ilustrativo de la conformación del rendimiento de semilla de cebolla.....	10
2.	Disposición de los tratamientos (esencia de rosa y testigo), colmenas y trampas amarillas en el cultivo semillero de cebolla.....	15
3.	Distribución de las trampas amarillas en el cultivo. ....	16
4.	Localización y dispersión de las especies vegetales en floración durante la floración del semillero de cebolla.....	21
5.	Abundancia relativa de los grupos registrados en el monitoreo visual de insectos acumulado durante todo el período de evaluación.....	27
6.	Abundancia relativa por órdenes de insectos observados en trampas amarillas situadas en las parcelas con aplicación de agua destilada y situadas en las parcelas con aplicación de esencia de rosas.....	28
7.	Abundancia relativa de Diptera en trampas amarillas, promedio de dos trampas por tratamiento.....	28
8.	Insectos totales y por grupo taxonómico, según manejo del semillero en cada semana de monitoreo.....	29
9.	Número de <i>Musca domestica</i> posados sobre umbelas, según semana y manejo del semillero.....	32
10.	Número de <i>Apis mellifera</i> posadas por semana por tratamiento, para el promedio de las parcelas de 24 metros.....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en torno a la serie de investigaciones desarrolladas por UdelaR, Facultad de Agronomía desde la creación del Programa de Producción de Semilla Certificada de cebolla a partir del año 2000. Las mismas han tenido como objetivo generar conocimiento y aportar elementos de manejo de semilleros tendientes a mejorar la productividad y calidad de semilla. Por otra parte contribuir al desarrollo y consolidación del reciente sector semillero hortícola, el cual integra pequeños y medianos productores hortícolas especializados en la producción de semillas mayoritariamente hortícolas.

Actualmente la producción anual de semilla certificada nacional de cebolla se sitúa aproximadamente en 3000 kilogramos, constituyendo el origen de oferta mayoritaria respecto a la semilla importada y artesanal (Peluffo et al., 2017). El consumo anual de semilla de cebolla en el país se sitúa en el entorno a los 5000 kilogramos de acuerdo a registros del INASE.

Hasta el presente las temáticas investigadas en el país sobre producción de semilla de cebolla han abordado temas relacionados al manejo de los semilleros, época de plantación, población de plantas, métodos de producción de semilla. En lo referente al manejo luego de cosecha, algunos trabajos han investigado el método de trilla, la calidad de semilla y su implicancia en el cultivo posterior.

Luego de dieciocho años de implementado el programa, a partir de la experiencia aportada por productores y técnicos, realizada en base a observaciones de campo y evaluaciones poscosecha de umbelas. Se han identificado bajos rendimientos de semilla, para algunas zafras y semilleros, asociados a problemas de cuajado y bajo número de semillas por umbela. La magnitud en la disminución del rendimiento ha sido estimada entre 40 a 50% en situaciones críticas. Valores similares han sido reportados tanto a nivel de productores individuales, como del total producido de acuerdo al año, en la producción de semilla certificada INASE (Hirzack, 2017). A su vez Peluffo y González (2010b) identificaron diferencias importantes en rendimientos considerando distintos semilleros y zafras, asociado principalmente a condiciones durante el período de floración y cuajado con períodos prolongados de lluvia.

La disminución en el número de semillas obtenidas por umbela podría indicar fallas en la polinización y cuajado de semillas debido a la disminución de la actividad de agentes polinizadores en los semilleros. En referencia a los polinizadores en semilleros de cebolla, no se ha investigado el tema en el país, desconociéndose cuales son los insectos participantes y su importancia.

En este trabajo se pretende obtener información sobre los posibles polinizadores, su rol, actividad y relación con la polinización del semillero y la

producción de semilla. Se pretende avanzar en el reconocimiento de los insectos que participan de la misma y su importancia relativa. En este marco se ha priorizado evaluar la actividad de *Apis mellifera* a partir de la disposición de colmenas en el semillero. El reconocimiento y valorización de los insectos que participan en la polinización del cultivo de cebolla puede resultar de utilidad para pensar en manejos que aporten a favorecer su permanencia en los sistemas productivos.

En el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos. Caracterizar y evaluar las fuentes de alimentación de colmenas comerciales colocadas en el cultivo semillero desde el inicio y hasta el final de floración. Identificar y cuantificar las especies de insectos visitando las umbelas durante la etapa reproductiva del cultivo semillero. Evaluar la actividad de insectos y su incidencia en la producción y calidad de semilla de un semillero de cebolla.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CEBOLLA

#### 2.1.1 En el mundo

La cebolla es originaria del Suroeste de Asia. Los principales productores son China e India respectivamente. Ocupa el tercer lugar en términos de superficie cosechada, luego de la papa y el tomate. En 2014 se cosecharon 5 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 16,8 t/ha (Jaldo et al., 2017). Los métodos de producción de semilla más utilizados en el mundo son semilla-semilla y bulbo-semilla.

Los principales problemas que afectan la producción de semilla de cebolla son las condiciones meteorológicas (Currah, 1981), las prácticas culturales (Bohart et al. 1970, Parker 1982, Castellane et al. 1990), las limitaciones en receptividad del estigma, la viabilidad del polen (Nye et al., 1971) las deficiencias en la polinización (Bohart et al. 1970, Waters 1972, Castellane et al. 1990, Sampaio et al. 1998) y el déficit de polinizadores naturales (Witter y Blochtein, 2003).

Según Long y Morandin (2011) la producción de semilla de cebolla y rendimiento de semilleros en el valle de California (USA) disminuyó, debido al incremento de aplicaciones dirigidas al control de trips, las cuales afectaron los agentes polinizadores naturales e introducidos.

Rio Grande do Sul produce semillas para el resto de Brasil por sus condiciones ambientales propicias para el desarrollo reproductivo del cultivo. Según Witter y Blochtein (2003) allí se obtienen rendimientos de 350 Kg/ha. En Estados Unidos se obtienen rendimientos de 986 Kg/ha a 1358 Kg/ha.

#### 2.1.2 En Uruguay

En Uruguay el cultivo de cebolla es uno de los cinco principales cultivos hortícolas (MGAP. OPYPA, 2016). Aproximadamente 1262 explotaciones agropecuarias utilizan la cebolla como uno de sus cultivos, se siembran 1903 hectáreas, con un promedio por explotación de 1,51 has, (MGAP. DIEA, 2011). El uso de semilla anual se establece en unos 5000 a 6000 Kg (MGAP. DIEA, 2010). Aunque en los últimos años se ha observado una disminución del área sembrada, de 2000 has en 2006 a 1500 has en la zafra 2014/15 (MGAP. OPYPA, 2016).

La semilla utilizada en el país, tiene tres orígenes: semilla nacional certificada, semilla artesanal y semilla comercial importada (Hirzcak, 2012). Tradicionalmente se ha realizado la producción a nivel local de semilla en el Sur y litoral Norte. El método

utilizado para producción de semilla es semilla-bulbo-semilla, sin embargo González <sup>1</sup> realizó investigaciones en semilla-semilla y existen trabajos sobre semilla-bulbillo-semilla (Peluffo, 2013). Mayormente las variedades cultivadas son variedades de polinización abierta correspondientes a cultivares nacionales y en menor volumen a poblaciones locales.

La semilla utilizada actualmente es en su mayor parte semilla certificada nacional producida a partir de cultivares nacionales desarrollados por las instituciones de investigación estatales, con destino a mercado interno. El cultivar Pantanoso del Sauce CRS representa un 60 % del área anual sembrada (MGAP. DIEA, 2010).

La producción de semilla certificada nacional se ha realizado utilizando el método tradicional bulbo-semilla, el cual ha permitido producir semilla de calidad (Peluffo y González, 2012). Sin embargo rendimientos promedio obtenidos a nivel nacional de 300 Kg/ha (Peluffo y González 2010a, Peluffo et al. 2017) pueden considerarse bajos comparados con registros y estudios realizados en el país (Arbolea et al. 1986, González et al. 2008). También se sitúan por debajo de los 500 kg ha<sup>-1</sup> promedio obtenidos para la mayoría de las zonas productivas en el mundo (Brewster, 2008). A su vez, el rendimiento nacional es variable entre años, con rendimientos promedios desde 218 kg ha<sup>-1</sup> a 391 kg ha<sup>-1</sup> en años secos y sin problemas sanitarios (Peluffo y González, 2010a). A nivel individual de los productores el rango es aún mayor (desde 100 a 1200 kg ha<sup>-1</sup>), lo que demuestra que tanto el cultivo, como el método utilizado son altamente afectados por el año, ambiente y el manejo realizado durante el cultivo (Peluffo y González, 2010a).

En el período 2000 a 2016 los rendimientos obtenidos en doce predios de productores del programa piloto de Certificación de Semilla Pantanoso del Sauce CRS se ubicaron en el rango de 160 a 462 kg/ha. A su vez la producción de semilla por planta varió de 7,43 gramos a 22,23 gramos entre los años 2006 y 2007 (González et al., 2008). Tal situación puede afectar la sustentabilidad de la producción de semilla de cebolla en Uruguay, así como limitar la expansión de la actividad y el aprovechamiento de oportunidades emergentes para el sector.

---

<sup>1</sup> González, H. 1996. Notas de evaluaciones realizadas en ensayos semilla-semilla. Montevideo, Facultad de Agronomía (sin publicar).

## 2.2 BIOLOGÍA FLORAL Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CEBOLLA

Según Brewster (2008) la inflorescencia se desarrolla a partir del meristemo apical. Cuando se ha iniciado el desarrollo de los escapos florales, el fotoperiodo y la temperatura son los factores que determinarán la tasa de elongación. Dependiendo del genotipo, condiciones de plantación, tamaño y condiciones de conservación del bulbo madre pueden desarrollarse entre 50 y 2000 flores por inflorescencia, siendo de 200-600 el rango más frecuente.

Se pueden producir entre una y veinte inflorescencias por bulbo dependiendo del genotipo, tamaño de bulbo y las condiciones ambientales, siendo tres a seis lo más habitual (Brewster, 2008).

La cebolla es un cultivo de polinización cruzada y entomófila. Sus flores son protándricas (Currah et al., 1978). La anthesis comienza desde las flores exteriores de la umbela y progresa hacia las del centro. La mayor parte del polen es liberado entre las 9 y las 17 hs del día de apertura floral, finalizando la liberación luego de las 24-36 horas, antes de que el estigma sea receptivo (Devi et al., 2015a).

La temperatura óptima de polinización es de 27 °C soportando rangos de entre 15 y 43 °C. Las condiciones para un buen desarrollo del tubo polínico, cuajado y desarrollo del embrión ocurren con temperatura media de 25°C (Brewster, 2008). Humedades relativas menores al 70 % incrementan la liberación de polen (Brewster, 2008).

El viento como agente polinizador no representa un factor importante en la polinización de cebolla, no produciendo semillas de calidad si las flores no son visitadas por insectos (Chandel et al., 2004). La ausencia de polinizadores durante el período de floración ocasiona porcentajes de cuajado del 17%, mientras que en condiciones de libre disponibilidad de polinizadores se alcanza hasta 73% (Rao y Sunyanarayana, 1989).

Según Shasha et al. (1973) las fallas en la formación de la semilla de cebolla pueden ocurrir por déficits de agua y altas temperaturas durante la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, la fertilización o el desarrollo del embrión. Siendo común en buenas condiciones producir 3 a 4 semillas maduras por cada ovario. Durante el desarrollo de la semilla el endospermo se solidifica, siendo su peso seco máximo a los 45 días desde la floración (Brewster, 2008).

El momento más adecuado para la cosecha de la semilla es cuando alcanza entre 60 y 70% de humedad (Raymond, 2013).

Kapil y Kumar (1974) reportaron que la temperatura mínima para el comienzo de la actividad de *A. mellifera* es de 15-18 °C. La humedad relativa debe ser inferior al 75 %, la velocidad del viento menor a 25 km/h y con nula o poca nubosidad (Meléndez et al., 2002).

### 2.3 ENTOMOFAUNA POLINIZADORA EN SEMILLEROS DE CEBOLLA

En una valoración económica sobre el efecto de los polinizadores en la producción agrícola para los 100 cultivos de consumo directamente en humanos en el año 2005, Galai et al. (2009) estimaron la contribución de los polinizadores en €153.000.000.000. En un contexto de re-valorización del rol de insectos transportadores de polen, Beismeyer et al. (2006) describen una pérdida creciente de polinizadores en Gran Bretaña y Holanda “crisis de polinizadores” pertenecientes al Orden Hymenoptera y a la Familia Syrphidae.

La eficiencia de un insecto como polinizador es determinada por su tamaño, comportamiento alimenticio y la cantidad de granos de polen que se adhieren a su cuerpo (Free et al., 1975). Mediante estos parámetros es posible asignar categorías de eficiencia como polinizadores. Dicho valor multiplicado por la abundancia relativa en el cultivo permite determinar índices de polinización para cada especie (Devi et al., 2015b).

La participación de determinados insectos en la polinización del cultivo de cebolla está condicionada entre otros por factores coevolutivos insecto-especie (Labandeira et al., 1993). La evolución de algunos grupos de insectos polinizadores como dípteros, coleópteros, lepidópteros e himenópteros, ha acompañado la diversificación de las plantas con flor. De estos grupos de insectos, el Orden Hymenoptera es el que muestra una mayor coevolución con las plantas con flor, sugiriendo la gran dependencia de estas plantas de la polinización por *A. mellifera*.

Los himenópteros y dípteros son los más importantes polinizadores del grupo de 276 especies de insectos que visitan flores de cebolla (Bohart et al. 1970, Williams y Free 1974, Ewies y El-Sahhar 1977, Woyke 1981). Lederhouse et al. (1968) constataron en el estado de Nueva York 125 especies de insectos en inflorescencias de cebolla.

Dentro del Orden Hymenoptera la especie más importante es *A. mellifera* (Bohart et al. 1970, Woyke 1981). Para algunas zonas de India los polinizadores de cebolla considerados más efectivos son *Apis dorsata*, seguida por *A. cerana*, *A. florea* y *A. mellifera*. También hay sírfidos citados como parte de los polinizadores (Chandel et al., 2004).

Según Sajjad (2008) las umbelas de cebolla son visitadas por *A. mellifera*, sírfidos, abejorros, halictidos, mariposas y otros insectos.

En adición a *A. mellifera* existen otros insectos citados como participantes de la polinización *Halictus farinosus* (Parker, 1982), *Bombus occidentalis*, *Megachile rotundata*, *Osmia lignaria*, *Osmia cornifons* y *Nomia melanderi* (Mayer y Lunden, 2001), *Osmia rufa* (Wilkaniec et al., 2004) y sírfidos. La abeja solitaria *Osmia rufa* puede ser utilizada como polinizador efectivo en espacios cerrados en semilleros de cebolla Wilkaniec et al. (2004).

Según Tolon et al., citados por Wilkaniec et al. (2004) el peso de mil semillas y la capacidad de germinación son superiores cuando las flores de cebolla son polinizadas por *Apis mellifera*. Según Banik (1990) *A. mellifera* es responsable del 87% de la polinización en cebolla, 3% corresponde a otros polinizadores y el 10% al viento.

En ensayos con polinización abierta en Irak se contabilizaron umbelas con  $636 \pm 42$  semillas por umbela, en cambio con exclusión de polinizadores mediante jaulas se obtuvieron  $173 \pm 19$  (Adel et al., 2006).

Por otra parte Padamshali y Mandal (2018) en India evaluaron el efecto de la libre polinización, la polinización con *Apis mellifera* y la exclusión de polinizadores en el número de semillas por umbela. Se obtuvieron resultados de 851, 802, y 19 semillas por umbela respectivamente.

*A. mellifera* requiere de gran cantidad de polen y néctar para alimentación de los estados larvales, visitan gran cantidad de flores por lo que pueden categorizarse como polinizadores muy especializados (Santos, 2014).

La elección de recursos a explotar por Apidae (poliníferos y/o nectaríferos) es afectada por factores diversos como cantidad, concentración y composición del néctar, momento del día en que la flor ofrece el néctar y el polen, morfología floral (que determinan la accesibilidad al néctar y al polen), distancia del recurso respecto a la colmena, condiciones climáticas durante el vuelo y las características morfológicas de *A. mellifera* (Michener, citado por Santos, 2014).

Free, citado por Santos (2014) menciona que cada salida para coleccionar polen, *A. mellifera* presenta elevada constancia floral, determinando que la carga polínica tenga una coloración uniforme al contener granos de polen de un mismo origen botánico. Mediante el análisis palinológico del polen coleccionado por *A. mellifera* se puede determinar los recursos poliníferos explotados por las diferentes colonias.

En un análisis evaluando capacidad de carga de polen por individuo según taxón, con 261 especies de plantas, el grupo Hymenoptera transporta las mayores cargas de polen, con similar número de granos cargados indistintamente entre *Apis mellifera*, *Bombus* y abejas solitarias. En segundo lugar Diptera, Coleoptera y Lepidoptera, con

aproximadamente la mitad de capacidad de carga. Dentro de los dípteros no resultaron diferencias entre sírfidos y no sírfidos. Al contrastar a nivel de especies entre Syrphidae y *A. mellifera* las diferencias no son significativas (Orford et al., 2015).

## 2.4. MANEJOS PARA MEJORAR ATRACCIÓN DE POLINIZADORES

Se utilizan cuando los cultivos de interés presentan poco polen y/o néctar, repercutiendo en el alejamiento de los polinizadores del cultivo y disminución de la polinización. Los atrayentes pretenden redirigir la actividad de *A. mellifera* hacia el cultivo de interés comercial. Reyes y Cano (2000) mencionan que su uso se ha limitado por su restringido efecto. Se han evaluado Beeline<sup>®</sup>, Pollenaid-D<sup>®</sup>, aceite de Anís (*Pimpinella anisum*), geraniol y agua azucarada, con efectos aparentemente no significativos.

### 2.4.1 Aromas y aplicación de sustancias

*A. mellifera* es atraída hacia las flores debido a las recompensas que estas brindan, tanto en polen, néctar o aceites esenciales.

Los aromas de las flores son específicos para la atracción de determinados polinizadores. Existen aromas que se perciben como dulces, suaves y agradables que corresponden a las flores polinizadas por *Apis mellifera* entre otros himenópteros. Las flores polinizadas por polillas suelen ser de aromas dulces y fuertes, o intensos, sin embargo las polinizadas por moscas y otros dípteros presentan aromas desagradables desde el punto de vista del ser humano (Proctor et al. 1996, Céspedes y Marín 2007).

Diversos estudios han caracterizado los compuestos volátiles relacionados con los aromas florales que las plantas utilizan para la atracción de polinizadores u otros insectos.

En cuanto al uso de atrayentes para polinizadores a nivel internacional existen ensayos que demuestran que la utilización de atrayentes hacia las umbelas de plantas de cebolla mejora los rendimientos mediante la mejora en la polinización y cuajado, influyendo sobre el número y rendimiento de semillas por umbela (Al-Sahaf, 2002). Algunos atrayentes adquieren la característica de la atracción debido a que contienen monoterpenos que son compuestos involucrados en las señales de atracción sexual de insectos, los cuales no son capaces de sintetizarlos. La esencia de rosa puede comportarse como recurso de monoterpenos (Al-Sahaf, 2002). Los componentes que conforman la esencia de rosa son citronelol, geraniol, alcohol fenético y b-damascenona presente en trazas (Vivar, 2013).

Von Frish (1976) menciona que es posible modificar el comportamiento de *Apis mellifera* colocando en la colmena una solución azucarada aromatizada con flores

de la planta que se desea intensificar el número de visitas. Otras flores que se altera su aroma al mojarse pueden ser colocadas secas y con agua azucarada en la piquera de la colmena. También menciona que es posible pulverizar miel y agua azucarada sobre las flores de interés de forma que las abejas al volver a la colmena indicaran al resto dicha fuente aumentando el número de visitas.

#### 2.4.2. Hormonas

Ellis et al. (2008) mencionan que existen atrayentes de *Apis mellifera* formulados a partir de feromona mandibular de abeja reina (QMP, Fruit Boost).

Existen atrayentes comerciales a base de sustancias aleloquímicas como Pollinus<sup>®</sup>. Está compuesto por linalol, geraniol, citral y anetol que intervienen reproduciendo olores o feromonas marcadoras de localización (Arysta Life Science, s.f.).

#### 2.4.3. Cultivos intercalados

En bordes de semilleros de cebolla se han utilizado cultivos atrayentes de polinizadores (Currah y Proctor, citados por Uddin et al., 2015). Coriandro, hinojo y comino negro son buenos atrayentes por su color de flor y olor. Los cultivos combinados con hinojo lograron 74% cuajado, eneldo 72% y 71% consociaciones con coriandro, respecto al control en que se obtuvo 55, 9% de cuajado (Uddin et al., 2015).

## 2.5 FACTORES INVOLUCRADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

El rendimiento de semillas expresado en kg/m<sup>2</sup>, es definido por el número de semillas por metro cuadrado y por el peso de las semillas en kilogramos. El número de semillas por metro cuadrado se conforma por la multiplicación entre las umbelas que existen en un metro cuadrado y el número de semillas que contiene una umbela (figura 1).

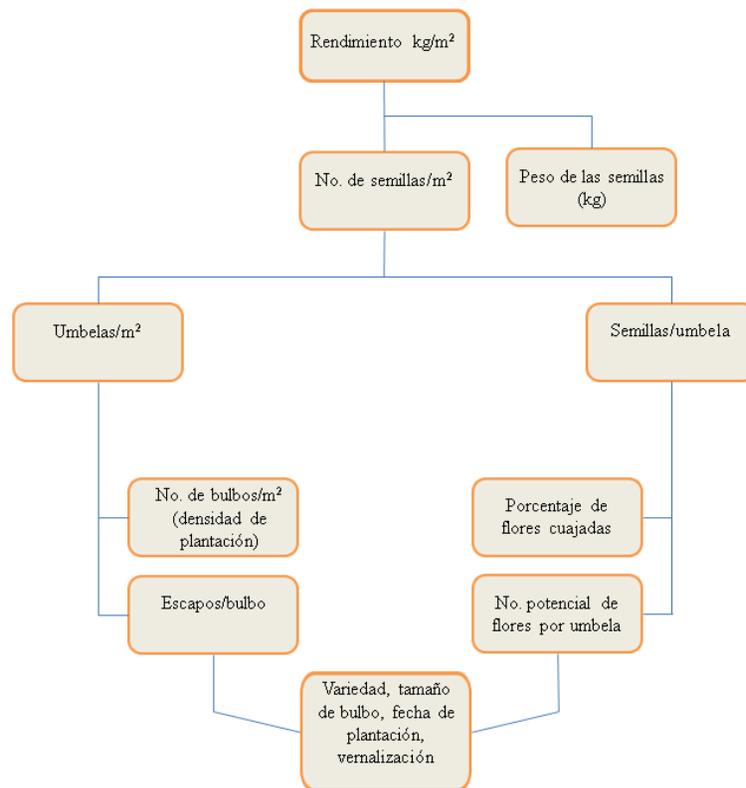


Figura 1. Diagrama ilustrativo de la conformación del rendimiento de semilla de cebolla.

Fuente: Brewster, modificado por González et al. (2008).

Según Melo y Ribeiro (1990) las umbelas pueden contener de 50 a 2000 flores. El número de flores por umbela depende del cultivar, condiciones de crecimiento y de si la umbela fue formada a partir de brotes axilares o un punto de crecimiento principal (Brewster, 1977).

El porcentaje de cuajado es afectado entre otros factores por la disponibilidad de polinizadores. Reghin (2005) reporta porcentajes de cuajado de 55 a 69%. Wilkaniec et al. (2004), Uddin et al. (2015) mencionan 73,5% y 55,9%.

Según Reghin et al. (2005) el peso mil semillas varió entre 3 y 3,5 gramos al aumentar los días de vernalización artificial hasta 45 días, sin diferencias significativas. Variando momento y método de cosecha, Nascimento et al. (2008) obtuvieron pesos de mil semillas entre 1,87 gramos en umbelas cosechadas tres semanas luego de la antesis, sin hasta floral, a 3,78 gramos en las umbelas cosechadas en las seis semanas luego de la antesis con y sin hasta floral.

Distintos factores ambientales afectan la expresión de la producción y calidad de la semilla a través de su incidencia en el área foliar, escapo, floración, polinización y formación de la semilla (Peluffo y González, 2010b)

## 2.6 CALIDAD DE SEMILLA

La calidad de semilla es dada principalmente por la capacidad germinativa y el peso de mil semillas. Estos atributos de calidad inciden en la implantación, desarrollo y producción del cultivo.

Arboleya et al. (1993), Peluffo et al. (2008), González (2013), reportan resultados nacionales sobre pesos de mil semillas de 3,2 gramos, 3,8 y rangos de 4,02 a 4,33 gramos respectivamente.

Balla et al. (2013) reportaron que las etapas más sensibles a stress hídrico para el peso de mil semillas son antesis y la formación de semilla.

La participación de polinizadores influye positivamente en peso de mil semillas. Yucel y Duman (2005) realizaron ensayos de polinización abierta y exclusión de polinizadores en Turquía. Obtuvieron como peso de mil semillas de 3,64 y 2,72 gramos respectivamente.

En Irán Mortaza et al. (2006) obtuvieron en cultivos de polinización libre pesos de mil semillas de  $3,68 \pm 0,14$  gramos, y en exclusión de polinizadores mediante jaulas  $2,71 \pm 0,17$  gramos, con diferencias significativas.

Ensayos de libre polinización, polinización con *Apis mellifera* y exclusión de polinizadores en India obtuvieron pesos de mil semillas de 3,65, 3,23 y 2,67 gramos respectivamente (Padamshali et al., 2018). Las diferencias entre polinización abierta y polinización exclusivamente con *A. mellifera* expresan la importancia de otros polinizadores observados en este trabajo como *Apis dorsata* y otros dípteros.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. INSTALACIÓN DEL ENSAYO Y MANEJO DEL CULTIVO

El ensayo se localizó en el módulo de horticultura del Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, latitud 56°13 O y 34°36` S. Ubicado a 5 kms de la ciudad de Progreso, departamento de Canelones, situado al Sur de Uruguay. El cultivo se destinó a la producción de semilla certificada del cultivar Pantanoso del Sauce CRS. El área total de cultivo semillero fue de 1000m<sup>2</sup>. El semillero se instaló mediante la plantación de bulbos. Se plantaron a doble fila sobre canteros, siendo el marco de plantación 1,4 m de distancia entre canteros, 45 cm entre filas y 50 cm entre plantas. La densidad de bulbos plantados fue de 18.180 plantas/ha. Previo a la plantación se controlaron las malezas con glifosato a dosis de 6 L de PC/ha, luego de plantación y en preemergencia del cultivo se aplicó linurex a dosis de 600 cc de PC/ha. La fertilización de base se realizó con abono de pollo a dosis de 20000 kg/ha, una semana antes de plantar los bulbos. Se re-fertilizó con urea a dosis de 100 kg/ha a los dos meses de plantación. La fecha de plantación de los bulbos fue el 28 de julio de 2015. El riego del cultivo se realizó mediante cintas con goteros, con emisores a 20 cms. de distancia y caudal 1,4 L/h. Se utilizó una cinta por cantero. El riego fue a demanda del cultivo durante todo el ciclo. El manejo sanitario del cultivo estuvo dirigido principalmente al control de *Peronospora destructor* y *Alternaria porri*. Se realizaron 5 aplicaciones con fungicidas. De acuerdo al estado sanitario y condiciones ambientales se aplicaron los siguientes productos: oxiclورو de cobre a dosis de 1,6 kg de PC/ha, mancozeb a dosis de 1,6 kg de PC/ha y ridomil a dosis de PC 2kg/ha. El cultivo se condujo mediante laderos de cinta de goteo usadas y postes, para evitar el vuelco y quebrado de escapos.

El 20 de noviembre se colocaron dos colmenas en el semillero. Ambas situadas a 3m del mismo, una al comienzo de los canteros (colmena Oeste) y la otra al final de los canteros (colmena Este). En un radio de 500 metros del semillero se encontraban instaladas 20 colmenas, dos de ellas a 100 m en un cultivo de zapallo.

La cosecha de las umbelas evaluadas se realizó de forma escalonada, realizando dos pasadas semanales. El criterio de cosecha fue umbelas de color castaño, con 1 a 3% de cápsulas abiertas, provenientes de escapos sin anillar o con menos de 50% de severidad de *Alternaria* y *Peronóspora*, ni quebrados por daño mecánico (González et al., 2008). El período de cosecha fue entre el 11 y 21 enero. Las umbelas correspondientes a la primera semana de floración se cosecharon entre el 11 y 18 de enero, las de segunda fecha entre el 14 y 18 de enero y las de tercera fecha entre el 14 y 21 de enero.

Posterior a la cosecha las umbelas se mantuvieron en bolsas de tnt colgadas en invernáculo, para su secado. Luego se realizó la trilla manual utilizando una zaranda de alambre. La limpieza y separación de semilla pura se realizó mediante inmersión en agua y separado por decantación. Inmediatamente se secó en secadora de semillas por

cuatro horas a 35 grados. La conservación de cada lote se mantuvo en bolsas de nylon bajo galpón para la evaluación de rendimiento y calidad física de semilla.

### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para poder evaluar la presencia de insectos polinizadores y su relación con la producción y calidad de las semillas producidas por umbelas con distinto momento de floración en el semillero se diseñó un ensayo con tratamientos en arreglo factorial (cuadro 1).

El primer factor lo constituyó el manejo realizado sobre las umbelas, durante el período de floración del semillero. El segundo factor fue la semana en que las umbelas presentaban el 50% de sus flores abiertas.

Se evaluaron las tres semanas centrales del período de floración del semillero, el cual se extendió por cuatro semanas. El comienzo de la primera semana (23 de noviembre) se estableció cuando 5 a 10% de las primeras umbelas del semillero presentaban flores abiertas, la segunda semana a los siete días calendario (30 de noviembre), y la tercera semana a partir de los 14 días calendario (7 de diciembre). El período de floración se extendió una semana más, aunque muy pocas umbelas mantenían flores abiertas. Al 16 de diciembre el porcentaje de umbelas con menos del 50% de sus flores abiertas fue 15% del total de las umbelas presentes. Esto indicaría que el potencial de rendimiento remanente del semillero a partir de mediados de diciembre no sería importante. En contraparte en las dos primeras semanas de diciembre se concentró el 75 a 80% de flores abiertas, siendo el período en que se determinaría el mayor potencial de rendimiento del semillero.

Factor 1. Manejo del semillero.

Manejo 1: pulverización semanal de umbelas con agua destilada.

Manejo 2: pulverización semanal de umbelas con esencia de agua de rosas\*

\* Agua de rosa con jarabe de azúcar (0,02% de aceite esencial de rosa, 10% de azúcar y

90% agua destilada).

Factor 2. Semana en que las umbelas presentaban entre 25% y 50% de sus flores abiertas, para las tres semanas centrales del período de floración del semillero.

Semana 1 inicia 23 de noviembre

Semana 2 inicia 30 de noviembre

Semana 3 inicia 7 diciembre

Cuadro 1. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Manejo	Semana con 25-50 % de
1	Agua destilada	23 de noviembre
2	Agua de rosas	
3	Agua destilada	30 de noviembre
4	Agua de rosas	
5	Agua destilada	7 de diciembre
6	Agua de rosas	

### 3.2.1 Asignación de tratamientos

Se establecieron cuatro parcelas para cada manejo del semillero (figura 2). Los tratamientos de pulverización semanal de las umbelas, se realizaron el 23 de noviembre, 30 de noviembre y 7 de diciembre. La pulverización se realizó utilizando pulverizadores manuales, dirigiendo la aplicación hacia todas las umbelas en cada parcela. El largo de la parcela de aplicación fue 24m (medio cantero).

Para identificar las umbelas de acuerdo a la semana en que presentaban el 50% de flores abiertas, se delimitó dentro del área de aplicación una parcela central de ocho metros de largo de cantero. Se fueron marcando las umbelas con cinta de diferentes colores. Color azul para las umbelas que presentaban 25-50% de flores abiertas en semana uno, color amarillo para la semana dos y color blanco para la semana tres. Para cada tratamiento y para cada una de las cuatro repeticiones se marcaron 20 umbelas, totalizando 80 umbelas marcadas por tratamiento. Se estableció como criterio que fueran umbelas primarias y de escapos sanos. Las umbelas marcadas de cada tratamiento y repetición se fueron cosechando a medida que maduraban, colocándolas en bolsas separadas.

## 3.3 VARIABLES EVALUADAS

### 3.3.1 Monitoreo de insectos

#### 3.3.1.1 Número de insectos posados sobre umbelas

Se identificó y cuantificó cada insecto posado sobre las umbelas en parcelas establecidas de observación de un metro de largo, situadas en el centro de la parcela de 8 metros establecida para cada manejo del semillero y repetición. Se contabilizó el número de insectos posados durante tres minutos. Se realizaron tres días de monitoreos semanales. Para cada día de monitoreo se realizaron dos evaluaciones, una entre la hora

10 a 11hs y la otra entre las 15 a 16hs. Se realizaron tablas y gráficos de frecuencia de los monitoreos durante el período de evaluación. Posteriormente se calculó el número de insectos monitoreados promedio por semana, mediante el promedio aritmético de las tres lecturas para cada semana de evaluación.

### 3.3.1.2 Número de *A. mellifera* posadas sobre umbelas

Se contabilizó el número de *A. mellifera* posadas sobre las umbelas al recorrer caminando cada parcela de 24m de largo, correspondientes a cada manejo y repetición. Se realizaron 3 evaluaciones por semana, durante cuatro semanas de monitoreo.

### 3.3.1.3 Identificación de insectos pegados en trampas amarillas

Se colocaron 8 trampas amarillas pegajosas a la altura de las umbelas, las mismas fueron ubicadas en cada tratamiento (con atrayente y testigo) y para cada repetición en el centro de la parcela grande (figura 2).

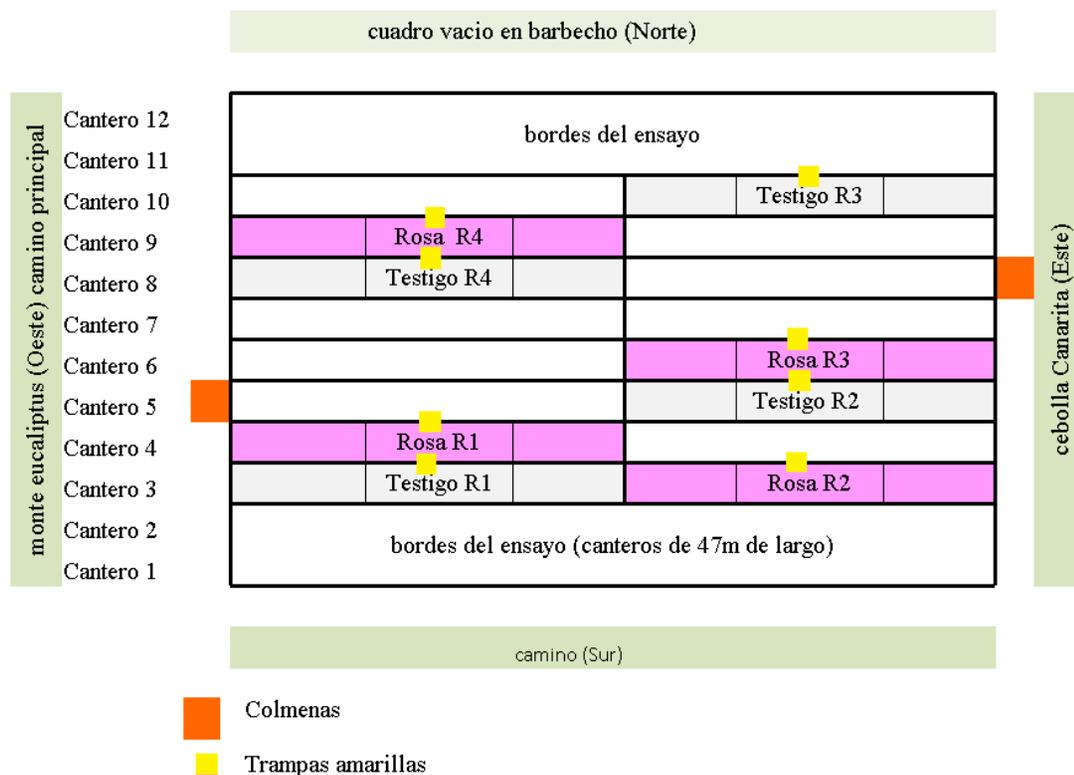


Figura 2. Disposición de los tratamientos (esencia de rosa y testigo), colmenas y trampas amarillas en el cultivo semillero de cebolla.



Figura 3. Distribución de las trampas amarillas en el cultivo

Las trampas se confeccionaron con placas de pvc pintadas de color amarillo, en las cuales se colocaron acetatos transparentes con pegamento. Los lunes durante 4 semanas se realizó recambio de los acetatos y colocado de acetatos limpios (23/11 al 21/12/15).

Las trampas pegajosas se acondicionaron en bolsas rotuladas con su correspondiente tratamiento, repetición y fecha, y se guardaron en freezer hasta su posterior clasificación. En laboratorio se realizó identificación a nivel de órdenes y familias con microscopio estereoscópico, mediante el uso de claves (Bentancourt et al., 2010). A su vez se discriminó a nivel de morfoespecies trabajando sobre una base de datos fotográfica. Se calculó la abundancia relativa y fluctuación de los distintos grupos registrados.

### 3.3.2 Parámetros de desarrollo del semillero

#### 3.3.2.1 Número de plantas, número de umbelas y número de umbelas primarias por parcela

Se contabilizó el número de plantas, umbelas totales, umbelas primarias, para cada parcela de 24m según manejo y repetición. Dicha evaluación se realizó el 26 de diciembre.

### 3.3.2.2 Número de umbelas por planta y número de umbelas primarias por planta

Se calculó el número de umbelas por planta, como el cociente entre el número de umbelas totales y el número de plantas, para cada manejo y repetición. El número de umbelas por planta, como el cociente entre el número de umbelas primarias y el número de plantas, para cada manejo y repetición.

### 3.3.2.3 Número de umbelas con menos del 50% de flores abiertas

Se contabilizaron las umbelas que presentaban entre 0 y 50 % de sus flores abiertas y con anteras aún de color amarillas. En las parcelas de 24 m de largo, para cada manejo y repetición. Evaluación realizada el 16 de diciembre.

### 3.3.2.4 Umbelas totales por parcela

Al 16 de diciembre se contabilizaron todas las umbelas presentes en cada parcela y repetición.

### 3.3.2.5 Número de plantas por parcela

Al 16 de diciembre se contabilizó número total de plantas por parcela de 24m. Se evaluaron cuatro umbelas por tratamiento y por repetición. La evaluación se realizó en tres de las cuatro repeticiones del ensayo en las siguientes variables. Se realizó luego de cosecha, entre el 11 de mayo y el 20 de julio.

### 3.3.2.6 Muestreo destructivo de umbelas

Se evaluaron cuatro umbelas por tratamiento y por repetición. La evaluación se realizó en tres de las cuatro repeticiones del ensayo en las siguientes variables. Se realizó luego de cosecha, entre el 11 de mayo y el 20 de julio.

### 3.3.2.7 Número de flores por umbela

Se contó el número de flores por umbela. Luego de cosecha, se escogieron cuatro umbelas al azar por tratamiento. Para realizar el conteo se utilizó una lupa de mesa con diez aumentos.

### 3.3.2.8 Porcentaje de flores cuajadas

Para la medición de esta variable se utilizaron las mismas umbelas empleadas en el muestreo destructivo para evaluar el número de flores por umbela. Se contaron las flores en las cuales sus cápsulas contenían semilla, se realizó el cociente respecto al número de flores, para cada umbela y se multiplicó por cien.

### 3.3.3 Determinación del rendimiento y componentes del rendimiento

#### 3.3.3.1 Número de umbelas cosechadas

Se realizó recuento del número de umbelas cosechadas para cada tratamiento y repetición, luego de finalizar la cosecha de todas las parcelas.

#### 3.3.3.2 Producción de semillas por umbela

Se pesó el total de semilla pura correspondiente a todas las umbelas cosechadas para cada tratamiento y repetición. Utilizando balanza de precisión de  $\pm 0,01$  gramo. Luego se dividió entre el número de umbelas cosechadas en cada tratamiento y repetición, calculándose la producción de semilla por umbela como el cociente entre ambas.

#### 3.3.3.3 Número de semillas por umbela

Se calculó como el cociente entre el peso de semillas cosechadas y el número de umbelas cosechadas, para cada tratamiento y repetición. Dividiendo a su vez por el peso de mil semillas de cada tratamiento y repetición.

#### 3.3.3.4 Número de semillas por cápsula

Se realizó el cociente entre el número de semillas por umbela y el número de flores cuajadas por umbela.

### 3.3.4 Calidad de semilla

#### 3.3.4.1 Peso de mil semillas

De las mismas umbelas utilizadas para la determinación de la producción de semilla, se extrajeron las muestras para establecer el peso de mil semillas. Se evaluó en tres de las cuatro repeticiones del ensayo. Se realizó en base a Reglas de análisis de semilla del Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria de Brasil (MARA, 1992). Para cada tratamiento y repetición evaluada, se extrajeron 8 submuestras de 100 semillas las cuales se pesaron. Cada dato se multiplico por diez y posteriormente se realizó el promedio de las ocho submuestras.

### 3.3.5 Registro de datos climáticos

#### 3.3.5.1 Precipitaciones

Se procesaron los registros de precipitaciones de la estación meteorológica del INIA las Brujas situada a 15 km del ensayo, coordenadas 56°20` O y 34°40` S. Se calcularon las precipitaciones (PP) acumuladas por semana (mm) y número de horas con PP superior a cero. Se filtraron las PP ocurridas durante cada monitoreo.

#### 3.3.5.2 Velocidad del viento

Se procesaron los registros de velocidad de la estación meteorológica del INIA Las Brujas. Se calculó para cada semana velocidad promedio de viento/hora, las velocidades máximas/hora, el número de horas con viento promedio menor a 6,95 m/s y número de horas con viento máximo menor a 6,95 m/s. Se filtró los datos de velocidad de viento promedio/hora (m/s) y velocidad máxima de viento/hora (m/s) para cada hora de monitoreo realizado.

#### 3.3.5.3 Radiación solar

A partir de registro de la estación INIA Las Brujas se calculó la radiación solar acumulada por semana. Se filtró el número de horas con radiación solar menor a 1 MJ/hora para cada semana y la radiación solar para cada hora de monitoreo

#### 3.3.5.4 Temperatura

Se procesaron los registros de temperatura promedio por hora de la estación meteorológica del INIA las Brujas. Se filtró temperatura promedio/hora para las cuatro semanas evaluadas en el horario de 6 a 19 hs. Se filtró número de horas con temperaturas de 16,5 a 36 °C. Se filtró temperatura para cada hora de monitoreo realizado.

Se calculó temperatura promedio del ensayo, temperatura promedio diaria y nocturna durante el período evaluado 23/11/2015 a 21/11/2015.

### 3.3.6 Caracterización de las fuentes de alimentación de las *Apis mellifera* en el cultivo semillero

#### 3.3.6.1 Relevamiento de especies vegetales en floración

Se realizó relevamiento de especies vegetales en estado de floración durante el período de polinización del cultivo semillero mediante observaciones al inicio y final de la floración del semillero, en un radio delimitado de 500m tomando como centro el semillero. Caminando sobre transectas en los cuadros aledaños se realizó una reconstrucción de las especies vegetales en floración predominantes. Posteriormente mediante imagen satelital se delimitaron zonas con mayor dominancia de especies vegetales en floración. Las colmenas se instalaron el 21 de noviembre, las mismas se encontraban con un alza con 10 cuadros de cría y dos medias alzas con cera estirada pronta para colocación de néctar.

#### 3.3.6.2 Monitoreo de especies vegetales visitadas por *A. mellifera* mediante análisis de polen

Se realizó un monitoreo de las especies vegetales visitadas por *A. mellifera* provenientes de dos colmenas instaladas en los bordes Norte y Sur del semillero de cebolla. Se tomaron seis muestras de polen, para cada colmena. Para obtener el polen de las especies visitadas diariamente por *A. mellifera* se instalaron trampas colectoras de polen a la entrada de las colmenas, de las cuales se cosechó polen dos veces por semana.

Las fechas de toma de muestra de polen fueron el 26/11, 30/11, 4/12, 9/12, 14/12 y 18/12. Este período cubrió la mayor parte de la floración del cultivo semillero. El polen colectado se guardó en su totalidad en bolsas con cierre hermético, identificando fecha y colmena de origen, y la conservación hasta su análisis fue en freezer a -5 C°.

Posteriormente se enviaron las muestras División Laboratorios Veterinarios para su correspondiente descripción mediante análisis palinológico. El análisis de polen de la Licenciada en Biología Estela Santos. La metodología utilizada para la identificación fue la realización de separado de cargas de polen, obtenido de trampas caza-polen de piquera, según su coloración. Se realizó un análisis cuantitativo de cada grupo de color y determinación botánica de los mismos, en microscopio de 400 aumentos, sin tratamiento químico y comparando con colección de referencia.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE *Apis mellifera* EN EL CULTIVO SEMILLERO

En la figura 3 se presentan las especies predominantes en estado de floración durante la polinización del cultivo. Por su estado fenológico son las especies potencialmente competidoras por insectos polinizadores con el semillero de cebolla.

Según Waller (1970) la actividad de pecoreo de *A. mellifera* en las flores de cebolla depende de diversos factores como la calidad del néctar, el contenido de azúcar y el contenido de potasio, que en cantidades altas genera rechazo.

Mayor actividad de *A. mellifera* se correlaciona con mayores concentraciones de néctar (Abrol, 2006). Lo cual indicaría que las flores que contengan mayor concentración de néctar y presenten igual periodo de floración compiten por la presencia de los polinizadores.



Figura 4. Localización y dispersión de las especies vegetales predominantes en floración durante la floración del semillero de cebolla.

Cuadro 2. Especies vegetales predominantes en estado de floración relevadas durante el período de polinización del cultivo semillero.

Especie		Distribución
Nombre común	Nombre científico	
Viznaga	<i>Ammi viznaga</i>	Plantas espontáneas en cuadros caminos y desagües
Picris	<i>Picris echioides</i>	
Borraja	<i>Echium plantagineum</i>	
Rábano	<i>Brassica spp.</i>	
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	
Flor de viuda	<i>Scabiosa sp</i>	Rivera de montes y tajamar
Cardo	<i>Cynara cardunculus</i>	
Girasol	<i>Helianthus annus</i>	Planta “guachas” de cultivo anterior

Cuadro 3. Granos de polen (porcentual) colectados en trampas de polen, según especie vegetal y familia, en colmena Oeste para el período de floración desde el 26 de noviembre al 18 de diciembre.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Fecha de colecta *				
			26-29 nov.	30 nov.-3 dic.	4-7 dic.	8-10 dic.	15-18 dic.
<b>cebolla</b>	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae	6				
<b>caraguatá</b>	<i>Eryngium sp.</i>	Apiaceae		1		4	2
<b>viznaga</b>	<i>Ammi viznaga</i>	Apiaceae			2		
<b>achicoria</b>	<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae		1	8	7	20
<b>picris</b>	<i>Picris echioides</i>	Asteraceae	8	2	2		2
<b>cardo</b>	<i>T. Cynara cardunculus</i>	Asteraceae	1				
<b>girasol</b>	<i>Heliantuus annuus</i>	Asteraceae	1	1			
<b>borraja</b>	<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae		5	10	7	4
<b>rábano</b>	<i>Brassica spp.</i>	Brassicaceae	1				29
<b>flor de viuda</b>	<i>Scabiosa sp.</i>	Caprifoliaceae				1	
<b>lotus</b>	<i>Lotus spp.</i>	Fabaceae	10	11	1	5	6
<b>trébol rojo</b>	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae	19	65	14	40	1
<b>trébol blanco</b>	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	1	3		18	
<b>alfalfa</b>	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae	1				
<b>guayabo</b>	-	Myrtaceae	52	11	1	12	36
<b>eucalipto</b>	<i>T. Eucalyptus teretricornis</i>	Myrtaceae			62	6	

\*El muestreo de polen correspondiente al periodo 11-14 diciembre se humedeció por lluvia lo que impidió su procesamiento.

Cuadro 4. Granos de polen (porcentual) colectados en trampas de polen, según especie vegetal y familia, en colmena Este para el período de floración desde el 26 de noviembre al 18 de diciembre.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Fecha de colecta					
			26-29 nov.	30 nov.-3 dic.	4-7 dic.	8-10 dic.	11-14 dic.	15-18 dic.
<b>cebolla</b>	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae	4	2				
<b>caraguatá</b>	<i>Eryngium sp.</i>	Apiaceae				1	6	24
<b>viznaga</b>	<i>Ammi viznaga</i>	Apiaceae				2		
<b>achicoria</b>	<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	1	2	9	10	6	22
<b>picris</b>	<i>Picris echioides</i>	Asteraceae	6	8	16	4	1	1
<b>cardo</b>	<i>T. Cynara cardunculus</i>	Asteraceae				1		
<b>girasol</b>	<i>Heliantuus annuus</i>	Asteraceae	1	6	1			
<b>borraja</b>	<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae		1	18	35	3	2
<b>rábano</b>	<i>Brassica spp.</i>	Brassicaceae		2		1	2	3
<b>flor de viuda</b>	<i>Scabiosa sp.</i>	Caprifoliaceae						1
<b>lotus</b>	<i>Lotus spp.</i>	Fabaceae	8	3	1	2	5	3
<b>trébol rojo</b>	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae	28	46	29	33	38	6
<b>trébol blanco</b>	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae		2		1	20	
<b>alfalfa</b>	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae						
<b>guayabo</b>	-	Myrtaceae	52	28	19	10	19	38
<b>eucalipto</b>	<i>T. Eucalyptus teretricornis</i>	Myrtaceae				7		

En la comparación con los cuadros 2, 3 y 4 resultado del análisis de polen y la descripción de especies observadas en floración (figura 4) se observa que existe gran similitud en las especies efectivamente visitadas por *A. mellifera*.

Las especies relevadas que se presentan en la figura 4, son competidoras por polinizadores debido a que se encuentran formando parte de la dieta de polen de *A. mellifera* procedentes de colmenas del ensayo. Se encontraron 15 especies formando parte de la dieta de polen de *A. mellifera*, en 23 días, desde el 26/11/2015 al 18/12/2015.

Para cada colmena la participación porcentual de polen de cebolla fue de aproximadamente 6% del total de polen de la muestra del 26/11/15. Según Zdzilaw et al. (2014) el néctar de cebolla no es atractivo si existen otros recursos alimenticios que puedan alejar a *A. mellifera* de los semilleros.

En ambas colmenas se destacó mayor participación de la cebolla en la primer muestra de polen, en la que las colmenas habían sido recientemente instaladas en el cuadro de cebolla. En las siguientes muestras luego la participación porcentual del polen de cebolla con respecto a otros pólenes fue de 0% en cada muestra. Esto es atribuible a que *A. mellifera* luego de probar otras floraciones tenga preferencia por mejores recompensas de polen y néctar, o la aparición de floraciones con mejor recompensa en las siguientes semanas. El tiempo asociado a la distancia al alimento, energía necesaria y magnitud de la recompensa conforman los componentes del sistema de decisión de *A. mellifera* en las especies a visitar en búsqueda de alimento (Heinrich y Raven, 1972).

Se observan algunas diferencias numéricas en preferencias alimenticias para un mismo momento entre ambas colmenas, a pesar de encontrarse en el mismo sitio. Esto se podría deber a la variedad dentro y entre colmenas de genotipos y subgrupos, que origina umbrales de respuesta frente a las distintas fuentes alimenticias.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Invernizzi, C. 2015. Com. personal.

## 4.2 ENTOMOFAUNA PRESENTE EN EL SEMILLERO

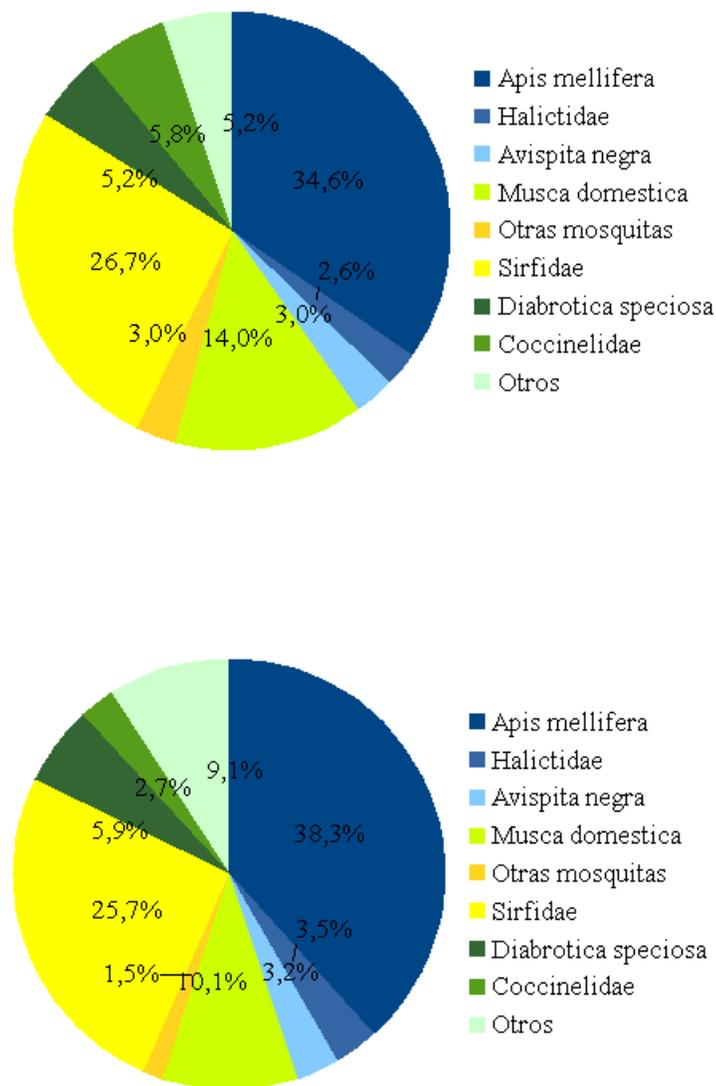
### 4.2.1 Morfoespecies relevadas en el monitoreo visual en umbelas

La entomofauna identificada en el semillero mediante el monitoreo visual de umbelas se caracterizó por tres morfoespecies del Orden Hymenoptera, tres del Orden Diptera y dos Coleoptera. Totalizando 8 morfoespecies, correspondientes a tres órdenes.

Cuadro 5. Grupos de insectos registrados en el monitoreo visual de umbelas.

Orden	Suborden	Familia	Genero	Especie
Hymenoptera	Apocrita	Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>
			<i>Bombus</i>	
		Halictidae		
Diptera	Brachycera	Syrphidae		
		Muscidae	<i>Musca</i>	<i>domestica</i>
Coleoptera	Polyphaga	Chrysomelidae	<i>Diabrotica</i>	<i>speciosa</i>
		Coccinellidae		

Resultados similares en cuanto a los órdenes presentes conformando la comunidad de polinizadores en cebolla fueron reportados por Saeed et al. (2008), Shafqat y Masood (2008), con 4 especies de abejas y 12 de moscas, dos abejas (orden Hymenoptera) y ocho moscas (orden Diptera) respectivamente.



Arriba tratamiento con esencia de rosa, abajo testigo.

Figura 5. Abundancia relativa de los grupos registrados en el monitoreo visual de insectos acumulado durante todo el período de evaluación.

En el testigo sin esencia 35% de las visitas fueron realizadas por *A. mellifera*, Syrphidae con 27% y *Musca domestica* 14%. En el tratamiento con esencia de rosa las visitas fueron 38%, 26% y 10% respectivamente (figura 5). Las visitas de otros

himenópteros representaron el 6% en parcelas sin atrayente y 7% en el tratamiento con esencia.

En estudios realizados por Mortaza et al. (2006) en Irán la comunidad más frecuente de polinizadores observados fueron *Adrena sp.* (Adrenidae), *Halictus patellatus* y *Halictus quadricinctus* (Halictidae), *Xylocopa valga*, *Amegilla sp.* (Apidae), y los dípteros *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Sphaerophoria scripta*, *Eristalinus aeneus* (Syrphidae) y *Musca doméstica*. Coincidiendo con Bohart et al. (1970) los principales grupos de especies visitantes sobre las umbelas son Himenoptera y Diptera.

#### 4.2.2. Morfoespecies relevadas en el monitoreo con trampas amarillas

El monitoreo con trampas amarillas permite obtener resultados sobre la entomofauna circulante en el cultivo semillero. Esta fauna asociada al semillero no necesariamente establece contacto con las umbelas.

El orden mayoritario en abundancia relativa global en el monitoreo con trampas amarillas fue Diptera 90 y 96% respectivamente en testigo y rosa, seguido por Himenoptera y Coleoptera (figura 6).

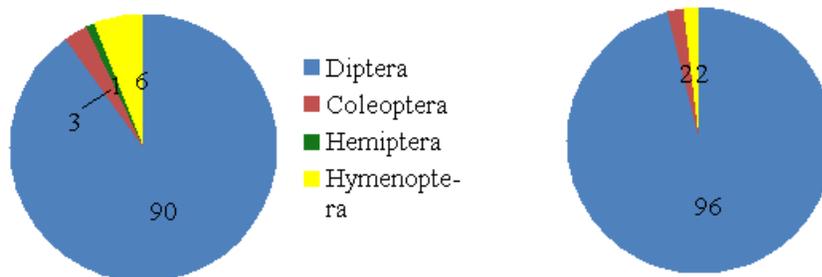


Figura 6. Abundancia relativa por órdenes de insectos observados en trampas amarillas situadas en las parcelas testigo (izquierda) y situadas en las parcelas con aplicación de agua de rosas (derecha).

La población total de Diptera recolectada en las trampas amarillas fue en aumento en el periodo evaluado, hasta la tercer semana de monitoreo que presentó el máximo número de individuos capturados (figura 7). La población de Diptera capturada en las trampas de canteros con aplicación de esencia fue numéricamente superior. Los individuos del grupo Diptera colectados en las trampas se componen en su mayoría por

dos especies dentro de la Familia Empididae, representando el 86% de las capturas. Kearns et al. (1994) reportaron moscas de la familia Empididae polinizando la especie *Linum lewisii* en Colorado, Estados Unidos. Las cantidad de granos de polen depositada por una visita de empíidos a una flor son en promedio de 12,70 en comparación con *A. mellifera* que transporta 17,24.

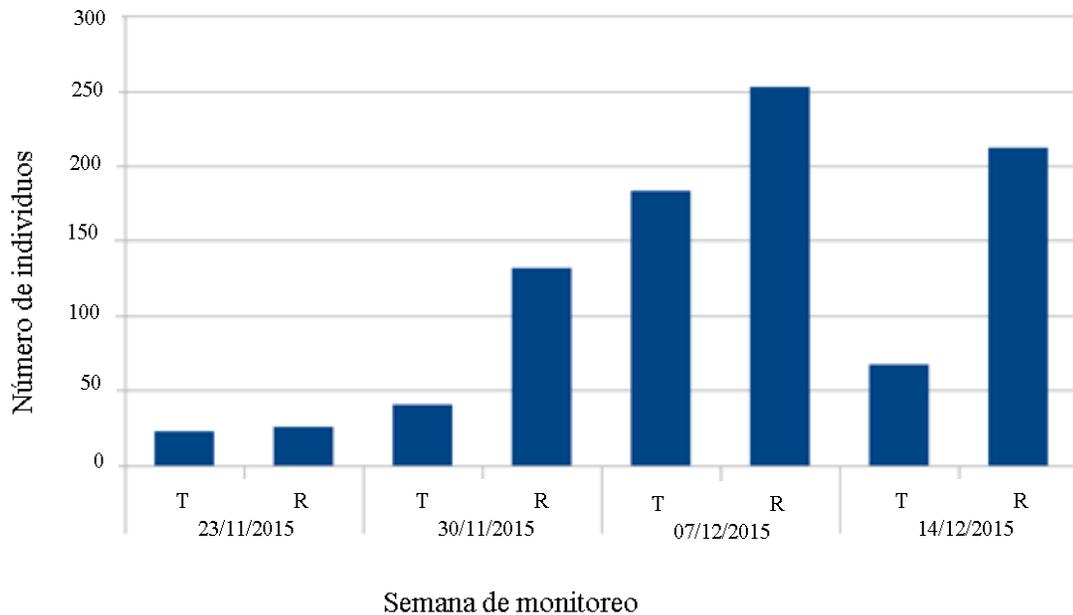
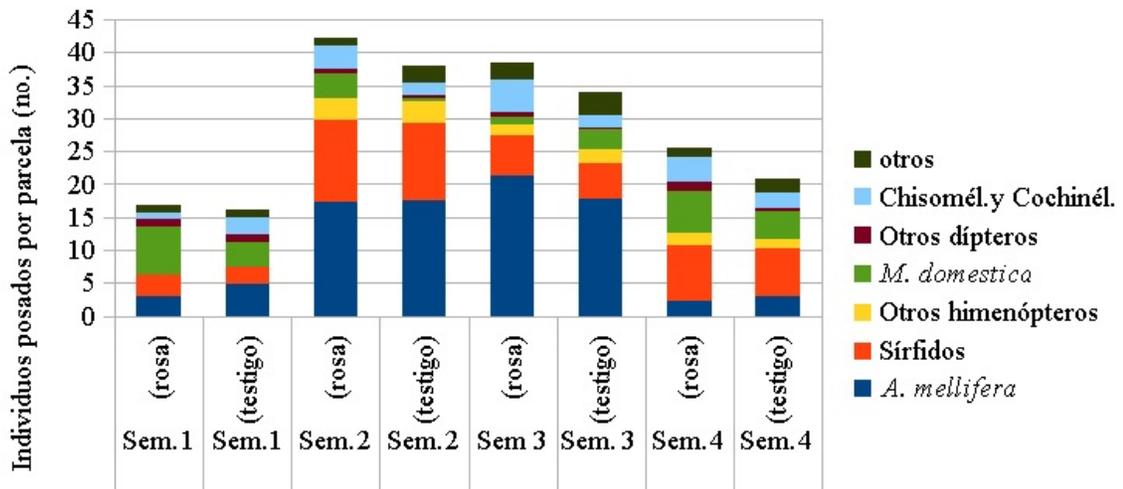


Figura 7. Abundancia relativa de Diptera en trampas amarillas, datos promedio de dos trampas por tratamiento.

#### 4.3 EVOLUCIÓN DE INSECTOS POSADOS SOBRE UMBELAS

##### 4.3.1 Conteo de individuos por especie o morfoespecie

El factor más importante en determinar el número total de insectos posados fue la semana de monitoreo ( $p < 0,001$ ), siendo las diferencias entre semanas consistentes para ambos manejos del semillero (figura 8 y cuadro 6).



#### Semana de monitoreo y manejo

Datos presentan la suma semanal de los valores promedio de los monitoreos realizados en la mañana y tarde, para cada semana y manejo.

Figura 8. Insectos totales y por grupo taxonómico, según manejo del semillero en cada semana de monitoreo.

La mayor presencia ( $p < 0,001$ ) de insectos totales posados sobre umbelas se observó en la segunda y tercer semana, seguidos de la cuarta semana, mientras que la menor presencia se registró en la primera semana “descubrimiento del semillero” (figura 8 y cuadro 7). La mayor presencia de insectos coincidió con el momento de mayor concentración y coincidencia de umbelas con flores abiertas emitiendo polen y néctar. Para las semanas dos y tres los valores de presencia de insectos más que duplicaron a la primera semana. Sin embargo, para hacer una comparación sobre la disponibilidad efectiva de polinizadores por umbela receptiva, sería necesario considerar el número de umbelas con flores abiertas en cada semana.

Para las cuatro semanas se destaca que la mayor parte de la abundancia de insectos es explicada por la presencia de *A. mellifera*, Syrphidae y *M. domestica*, siendo muy significativo ( $p < 0,0015$ ) el factor semana para los tres grupos de insectos (cuadro 6). Estos tres grupos de insectos representaron sobre el total de insectos posados en el semillero, el 75% en la primera semana, 78% en la segunda semana, 76% la tercer semana y 69% en la cuarta semana de monitoreo (figura 8 y cuadro 7). Sin embargo, de acuerdo a la semana de floración del semillero la presencia relativa entre estos grupos y especies fue diferente. En la primera semana *M. domestica* lideró la presencia, seguido de *A. mellifera* y sírfidos (figura 8 y cuadro 7).

Por otra parte a nivel de manejo, la presencia de *M. domestica* en las umbelas con aplicación de agua de rosas fue numéricamente el doble respecto a testigo (figura 8). *M. domestica* fue la única especie que a nivel general del ensayo tuvo significativamente mayor presencia ( $p < 0,05$ ) en la aplicación con agua de rosas, aunque su efecto resultó con interacción significativa ( $p < 0,05$ ) de acuerdo a la semana de floración del semillero (cuadro 7).

En la segunda semana *A. mellifera* fue la especie con mayor presencia, seguido por los sírfidos, y ambos grupos representaron el 75% del total de insectos posados. Mientras que el tercer lugar, aunque con valores muy inferiores, cercanos al 10% del total de las especies posadas, fueron otros himenópteros en el manejo testigo y *Musca domestica* en las umbelas tratadas con agua de rosa (figura 8 y cuadro 7). En esta semana la interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre semana y manejo del semillero indica un mayor número de *M. domestica* posadas para el manejo con agua de rosas respecto a testigo (figura 9).

En la tercera semana también *A. mellifera* fue la especie con mayor presencia, seguido por los sírfidos. *A. mellifera* explicó más del 50% de los insectos posados, mayoritariamente en el manejo con aplicación de agua de rosas. Mientras que en tercer lugar, aunque con valores muy inferiores, cercanos al 10% del total de las especies posadas, *M. domestica* en las umbelas tratadas con agua de rosa y “otras especies” para el testigo (figura 8 y cuadro 7).

En la cuarta semana los sírfidos fueron el grupo mayoritario, representando aproximadamente el 30% de las especies posadas. En segundo lugar *M. domestica*. Mientras que tercer lugar aunque con valores muy inferiores, cercanos al 10% del total de las especies posadas, crisomélidos y coccinélidos en las umbelas tratadas con agua de rosa y *A. mellifera* para el testigo (figura 8 y cuadro 7).

A nivel general *A. mellifera* seguido de los sírfidos fueron los grupos que más contribuyeron al número total de insectos presentes en los momentos que el semillero presentó mayor concentración de flores abiertas. Por otra parte no se evidencia que el manejo realizado sobre las umbelas modificara significativamente la atractividad de ambas especies.

Cuadro 6. Prueba p para el total de insectos por grupo taxonómico, según semana y manejo del semillero.

Factor	Total especies	<i>Apis mellifera</i>	Otros himenópteros	Syrphidae	<i>Musca domestica</i>	Otros dípteros	Chrisomel. y Coccinel.	Otros
Semana	<0,0001	<0,000	0,7731	<0,0001	0,0015	0,4292	0,3472	0,0711
Manejo	0,0983	0,3364	>0,9999	0,3272	0,0415	0,1238	0,2447	0,2389
Sem*Manejo	0,9094	0,3536	0,9721	0,9757	0,0273	0,6081	0,1175	0,7963

Para el total de los insectos posados sobre las umbelas, resultó significativo ( $p<0,0001$ ) el factor semana de floración, no siendo así el factor manejo (cuadro 6).

A nivel de grupo taxonómico el factor semana resultó significativo para *A. mellifera*, sírfidos y *M. domestica*. Para *M. domestica* también resultó significativo el manejo y la interacción (cuadro 6), mientras que para otros himenópteros, otros dípteros y crisomélidos y coccinélidos no resultó significativo ninguno de los factores evaluados.

Cuadro 7. Insectos totales, *A. mellifera*, sírfidos y *M. domestica* posados sobre umbelas, según semana de monitoreo y manejo.

Factor	Nivel	Insectos totales (No.)		<i>Apis mellifera</i> (No.)		Sírfidos (No.)		<i>Musca doméstica</i> (No.)	
Semana	1	16,5	c	3,9	b	3,0	c	5,4	a
	2	40,1	a	17,4	a	12,1	a	2,1	b
	3	36,3	a	19,5	a	5,9	b	2,1	b
	4	23,1	b	2,6	b	7,9	b	5,4	a
Manejo	1 (A.R)	30,8	ns	10,9	ns	7,7	ns	4,7	a
	2 (A.D)	27,2	ns	10,8	ns	6,8	ns	2,9	b

\* Medias con diferente letra en la misma columna indican significancia  $p<0,05$ , según Tukey.

Al analizar a nivel de grupos taxonómicos, *A. Mellifera* registró mayor número de visitas a umbelas ( $p<0,05$ ), para la semana dos y tres respecto a la semana uno y cuatro (cuadro 7).

Para sírfidos el mayor número de visitas ( $p<0,05$ ) sucedió en la segunda semana, seguido de la tercer y cuarta semana. La primer semana fue la que registró el menor número de visitas ( $p<0,05$ ) durante el período de floración de umbelas evaluado en el ensayo (cuadro 7). Por su parte para *Musca domestica*, la interacción entre los

factores (figura 7), determinó un mayor número significativo de visitas al aplicar agua de rosas solamente para la segunda semana del período evaluado.

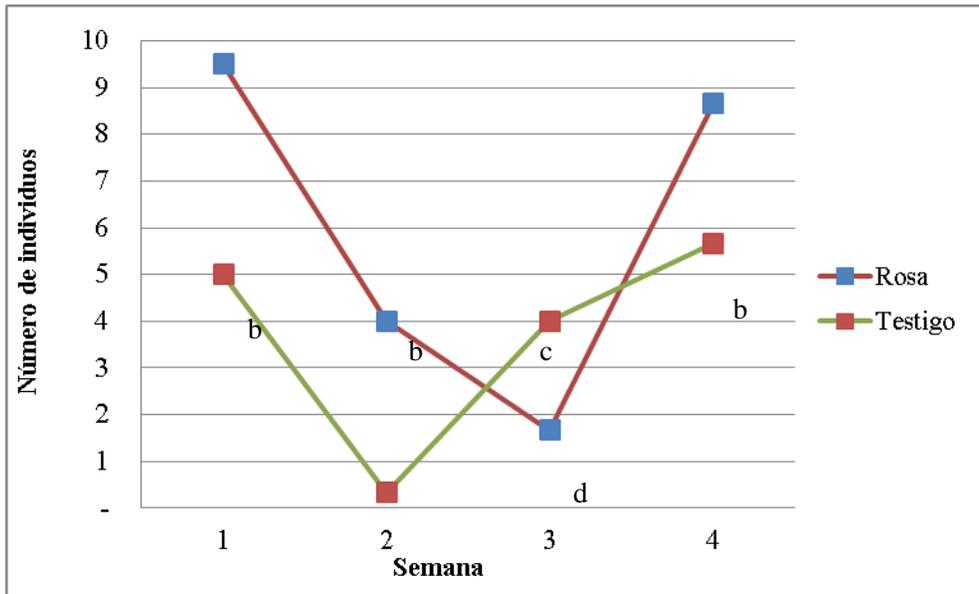


Figura 9. Número de moscas (*Musca domestica*) posados sobre umbelas, según semana y manejo del semillero.

Desde el punto de vista global de los resultados obtenidos en el número de insectos posados sobre las umbelas, no se logró incrementar el número de visitas mediante la aplicación de esencia de agua de rosas, salvo para *M. domestica*.

#### 4.3.2 Conteos de *Apis mellifera*

El número de *A. mellifera* posadas sobre umbelas en las parcelas de 24m fue diferente según la semana de monitoreo. El mayor número de *A. mellifera* ( $p < 0,05$ ) se produjo en la segunda y tercer semana de floración del semillero, en segundo lugar la primer semana y en tercer lugar la cuarta semana de floración (cuadro 8 y figura 10).

Para el factor manejo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con agua de rosas y el testigo (cuadro 8). Las diferencias observadas resultaron sólo numéricas, donde el manejo con agua de rosas en promedio representó un valor 17% superior a testigo. La variabilidad observada en los valores entre las distintas repeticiones indicaría que no se pudo determinar un efecto consistente o mayor de la aplicación de agua de rosa (cuadro 8 y figura 10).

La densidad de colmenas por superficie utilizadas en el ensayo, 20 colmenas por hectárea fueron superiores a la sugerida por Vanni y Wagner (1982) de 6-10

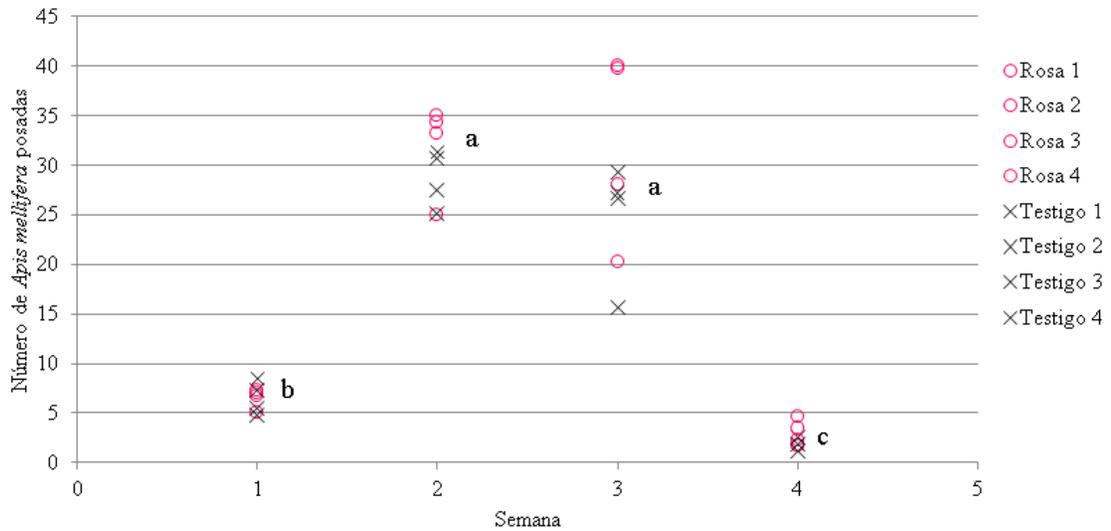
colmenas por hectárea. Por otra parte, pudo haber presencia puntual o permanente de individuos de *A. mellifera* provenientes de las colmenas existentes en la zona aledaña al semillero, o de zonas más alejadas del campo experimental.

Cuadro 8. Número de *Apis mellifera* posadas sobre umbelas, promedio semanal por monitoreo, para las cuatro semanas del monitoreo según manejo.

<i>Apis mellifera</i> posadas sobre umbelas (No.)*					
Manejo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio manejos
Testigo	6,5 ns	28,7 ns	24,7 ns	2,3 ns	15,6 ns
Agua de rosas	6,5 ns	31,9 ns	32,0 ns	2,8 ns	18,3 ns
Promedio semanal	6,5 b	30,2 a	28,1 a	2,4 c	

\* medias con diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).  
ns diferencias no significativas

Pudo ocurrir saturación ambiental por *A. mellifera* enmascarando posibles efectos de la esencia. También es posible que se hayan cometido errores metodológicos, relacionados a la aplicación del agua de Rosas. Pudiendo no haber logrado una mezcla homogénea del aceite esencial con el agua, aplicándose dosis dispares entre las umbelas y repeticiones. Respecto al diseño del experimento podría haberse rociado la colmena con la esencia de rosa semanalmente para habituar a la abeja que luego sale en búsqueda del olor conocido previamente, como sugiere Von Frisch (1973). La duración del efecto de la esencia en las umbelas podría ser menor a la necesaria para notar su efecto, siendo que se trata de un aceite esencial volátil y fácilmente degradable en el ambiente. Las esencias podrían diferir respecto a las utilizadas por otros autores como Al Sahaf, dado que podrían variar sus componentes, según la genética de las plantas que le dieron origen y de las condiciones en que se desarrollaron.



\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre medias semanales

Figura 10. Número de *Apis mellifera* posadas en cada parcela de 24 metros, según semana y manejo.

#### 4.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD DE INSECTOS Y EL DESARROLLO REPRODUCTIVO DEL SEMILLERO

En los cuadros 9 y 10 se presenta información con las principales variables climáticas para el período de monitoreo y desarrollo inicial de las semillas. Esto aporta a conocer e interpretar las condiciones sucedidas respecto al comportamiento de insectos monitoreados y las condiciones durante la floración, cuajado y desarrollo inicial de la semilla. Los datos fueron procesados para el lapso diurno diario desde la semana uno a la semana cuatro (23 de noviembre a 21 de diciembre)

Cuadro 9. Datos promedio de: temperatura, velocidad promedio del viento, velocidad máxima del viento, radiación solar y magnitud de precipitaciones en el horario de 6 a 19 horas, según semana.

Semana	Temperatura (°C)	Velocidad promedio del viento (m/s)	Velocidad máxima del viento (m/s)	Precipitaciones (mm)	Radiación solar (MJ/hora)
1	20,1	3,05	5,76	31,6	1,8
2	21,8	2,41	4,64	0,00	2,0
3	25,2	2,38	4,55	0,00	2,0
4	21,4	2,47	4,92	47,6	1,8
Promedio	22.1	2.58	4.97	0.20	1.9

Fuente: adaptado de INIA. GRAS<sup>3</sup>

Cuadro 10. Cantidad de horas para los rangos establecidos de: Temperatura, velocidad del viento, velocidad máxima del viento, precipitaciones y radiación solar, en el horario de 6 a 19 horas, según semana.

	No. horas con t. entre 16,5 y 36 (°C)	No. horas con viento promedio <6,95 (m/s)	No. horas con viento máximo <6,95 (m/s)	No. de horas con precipitación	No. horas con radiación solar > a 1,0 MJ/hora
S1	74,0	98,0	82,0	7,0	67,0
S2	76,0	98,0	94,0	0,0	73,0
S3	90,0	98,0	93,0	0,0	74,0
S4	87,0	98,0	87,0	13,0	60,0

Fuente: adaptado de INIA. GRAS<sup>3</sup>

La temperatura y velocidad de viento promedio por hora se mantuvieron dentro del rango admitido para el pecoreo de *A. mellifera* durante las cuatro semanas. Con respecto a la velocidad máxima promedio del viento/hora la primer semana fue la de mayor viento, seguida por la semana cuatro, semana dos y semana tres (cuadro 9). La velocidad de viento promedio se mantuvo las cuatro semanas con velocidades adecuadas para vuelo de *A. mellifera* durante las cuatro semanas de floración. Al considerar las horas con viento máximo menor a 6,95 m/s equivalentes a 25 km/hora (Meléndez et al., 2002) las semanas 2 y 3 presentaron mayor número de horas y por lo tanto mejores condiciones para el vuelo de *A. mellifera* (cuadro 10).

<sup>3</sup> INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información, UY). 2016. Banco de datos agroclimáticos. s.p.(sin publicar).

En cuanto a las precipitaciones solo hubo registros para las semanas uno y cuatro (cuadro 9). Entre el 7 y el 13% de las horas diurnas de estas semanas presentaron precipitación de al menos 1 mm (cuadro 10).

La radiación solar fue más alta en las dos semanas centrales de la floración (semanas dos y tres) indicando condición de cielo despejado (cuadro 9). Las semanas uno y cuatro presentaron menor cantidad de horas con radiación solar superior a 1 MJ/hora. Valores de radiación solar menor a 1 MJ/hora indican condiciones restrictivas para la actividad de *A. mellifera*. Mientras que la semana dos y tres tuvieron mayor cantidad de horas con radiación superior a 1 MJ/hora.

La temperatura promedio diaria y nocturna registrada para el período fue 21 °C<sup>2</sup> siendo inferior al valor de 27 °C óptimo, durante el proceso de polinización (Brewster, 2008). Aunque los valores registrados resultaron en el rango aceptable para cumplir los requerimientos de la etapa, según el autor (15 a 43°C). La temperatura registrada superó en todos los monitoreos el mínimo adecuado para el pecoreo de *A. mellifera* según Kapil y Kumar (1974) de 15-18 °C.

La temperatura promedio del período también resultó inferior a la óptima para el desarrollo de la semilla según Brewster (2008), de 25 a 30 °C, aunque estuvo dentro del rango de 15 a 43 °C, aceptable.

Puntualmente la temperatura pudo haber sido un factor limitante, relacionados a los procesos de polinización, cuajado y desarrollo del embrión, influyendo en el número de semillas obtenido por cápsula, en condiciones óptimas pueden obtenerse de 3-4 semillas, mientras que en el presente ensayo el promedio general fue de 1,84 semillas/cápsula.

A nivel general las condiciones climáticas sucedidas durante el monitoreo no resultaron limitantes para la actividad de *Apis mellifera*. Excepto para los monitoreos realizados el 28 de noviembre y el 14 de diciembre en la mañana, cuando las condiciones de viento máximo registrados superaron los 6,95 km/hora tolerados por *A. mellifera* coincidiendo con la disminución en los conteos realizados (anexo 1).

#### 4.5 DESARROLLO REPRODUCTIVO Y DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Ninguna de las variables relacionadas a los componentes del rendimiento de semilla por umbela fue afectada en forma significativa por la semana de floración (cuadro 11). En cuanto al manejo, resultaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el número de flores totales, número de flores con semilla y número de semillas por cápsula.

El número de flores totales y el número de flores con semilla resultaron superiores para el manejo con esencia de rosa (cuadro 11), mientras que el número de semillas por cápsula fue superior con el manejo testigo. Estos resultados evidencian una relación inversa entre el número de semillas por cápsula y ambas variables, lo cual podría explicarse por una mayor competencia o recursos limitados en las umbelas con más flores, lo cual disminuiría el número de semillas desarrolladas por cápsula. También podría deberse a posibles interacciones negativas entre la aplicación del agua de rosa y el número de semillas logradas por cápsula, debido a causas inherentes al producto aplicado o sobre posibles efectos en la conducta o potencial de los agentes polinizadores.

Cuadro 11. Flores totales por umbela, flores con semilla por umbela, flores sin semilla por umbela, flores cuajadas por umbela, y semillas por cápsula, según semana de floración y manejo.

Factor	Nivel	Flores totales/ umbela (No.)	Flores con semilla/ umbela (No.)	Flores sin semilla/ umbela (No.)	Flores cuajadas/ umbela (%)	Semillas por cápsula (No.)
Semana	1	712	446	271	60,3	1,64
	2	739	469	264	64,8	1,91
	3	682	436	244	66,3	1,99
Valor p		0,52	0,69	0,27	0,15	0,22
Manejo	Agua de rosa	760 a	491 a	270	64,9	1,62 b
	Testigo	661 b	410 b	252	62,6	2,07 a
Valor p		0,03	0,03	0,37	0,35	0,02
Coef.		11,8	14,8	16,5	8,0	18,43

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,05$ , según Tukey.

Los valores de número de semillas por cápsula obtenidos en el presente ensayo resultaron inferiores a los valores de 2,40 a 2,83 semillas por cápsulas reportados por Reghin et al. (2005), quienes tampoco obtuvieron diferencias significativas para la variable. En el presente ensayo la variable presentó un coeficiente de variación de 18%, lo que podría explicar en parte porque no resultaron diferencias significativas al comparar los valores, según semana de floración.

De acuerdo a Melo y Ribeiro (1990) el potencial teórico de semillas por cápsula es 6. Mientras que Brewster (2008) menciona un valor de tres semillas por cápsula como un valor alcanzable en situaciones óptimas.

Aunque no fueron significativas las diferencias entre semanas en el porcentaje de cuajado ni de semillas por cápsula. Nye et al. (1973) plantean que los aumentos en

número de polinizadores pueden no reflejarse en aumentos de rendimiento si el cultivo se encuentra ante stress ambientales.

En cuanto al factor semana de floración sólo resultaron diferencias numéricas en el número de flores por umbelas. El menor número de flores por umbela en la tercer semana, podría deberse a que son umbelas desarrolladas y diferenciadas más tarde en la planta, las cuales tendrían menor potencial y mayor competencia, tal cual plantean González et al. (2008), Peluffo (2013). Mientras que el mayor número de flores por umbela en las umbelas con agua de rosa no tendría una explicación o efecto atribuible a posibles efectos fisiológicos de éste.

El valor promedio del número de flores del ensayo fue 711, valor intermedio para el rango de 50 a 2000 flores por umbela establecido por Melo y Ribeiro (1990).

Resumiendo, el mayor número de flores con semilla por umbela logrado con la aplicación de agua de rosa, se explica por el mayor número de flores por umbela de este tratamiento. Debido a la ausencia de efectos significativos en el porcentaje de cuajado entre ambos manejos, sólo se observó un incremento numérico de 2,3% al aplicar el agua de rosa (cuadro 11). Por lo tanto en este ensayo no se obtuvo el incremento de cuajado reportado por Al Sahaf (2002). A su vez, en las trampas de polen no hubo presencia de polen de cebolla a partir de la semana dos, lo que indica nula recolección de polen de cebolla por parte de *A. mellifera* atribuible a las colmenas dispuestas en el semillero a partir de la segunda semana. Las pecoreadoras de polen de estas colmenas buscaron en otros recursos florales el componente proteico.

Los valores de porcentaje de cuajado obtenidos en este ensayo resultaron entre 60,3 al 66,3%, dependiendo de la semana y manejo realizado. A pesar de las diversas fuentes de alimentación de *A. mellifera* descritas en los cuadros 3 y 4 y la baja participación relativa del polen de cebolla (6%) en la dieta, se considera que la polinización realizada por el conjunto de las especies en general fue adecuada.

A nivel nacional no existen resultados publicados sobre porcentajes de cuajado de flores en semilleros de cebolla. En estudios de Reghin et al. (2005) en Brasil se reportan porcentajes de cuajado de 55 a 69 %, valores dentro de los cuales se encuentran los obtenidos en el presente ensayo. Realizados también en ensayos con libre polinización. También resultaron en un valor intermedio respecto, a los reportados por Uddin et al. (2015), por Zdzislaw et al. (2015), con valores de 55,9 y 73,5% respectivamente.

Según Al Sahaf (2002) al rociar las plantas con agua de rosas el porcentaje de cuajado aumentó de 73,3 % a 88%, de 75,9% a 88,5% y de 74,9% a 94,0% según el cultivar evaluado. En el presente trabajo no resultaron diferencias significativas, siendo

62,6 % y 64,9% los porcentajes de cuajado según manejo. Por lo cual no traduciría en un incremento sustancial en la producción de semilla.

#### 4.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS CONTEOS DE INSECTOS, COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Se correlacionaron las distintas variables evaluadas sobre el conteo de insectos, con el rendimiento y sus componentes.

Cuadro 12. Coeficiente de Pearson (r) y probabilidad de hipótesis para correlación nula, para el total de insectos contabilizados por semana, componentes del rendimiento de semilla por umbela y rendimiento de semilla por umbela.

Variables y parámetros calculados (R2 y probabilidad)	Total de insectos contabilizados en cada semana				Componentes del rendimiento de semilla por umbela						Rendimiento	
	Parcela (24 metros)	Estaciones de monitoreo 1 metro			Flores umbela	Flores con semilla	Flores sin semilla	Flores cuajadas (%)	No. semillas /umbela	No. semillas /cápsula	Peso 1000 semillas	Gramos de semilla /umbela
		<i>Apis mellifera</i> 24 m	<i>Apis mellifera</i>	Sirfidae								
<i>Apis mellifera</i> 24 m		***	**	***	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**
<i>Apis mellifera</i>	0,76		*	***	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**
Sirfidae	0,6	0,47		***	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
Total insectos	0,83	0,91	0,73		ns	ns	*	**	ns	ns	ns	***
Flores/umbela	0,06	0,03	0,25	0,12		***	ns	ns	**	ns	ns	ns
Flores con semilla	0,11	0,16	0,4	0,33	0,83		ns	ns	ns	**	ns	ns
Flores sin semilla	-0,03	-0,15	-0,05	-0,2	0,73	0,22		***	ns	ns	ns	ns
Flores cuajadas (%)	0,25	0,34	0,4	0,52	-0,11	0,44	-0,73		ns	ns	ns	ns
No. semillas/umbela	0,66	0,65	0,5	0,69	-0,11	0,08	-0,28	0,35		**	ns	***
No. semillas/cápsula	0,35	0,32	0,05	0,22	-0,7	-0,7	-0,36	-0,12	0,64		ns	**
peso 1000 semillas	0,06	0,08	0,34	0,1	-0,23	-0,18	-0,17	0,06	0,24	0,35		ns
Gramos semillas/umbela	0,59	0,62	0,48	0,66	-0,15	0,03	-0,3	0,34	0,97	0,67	0,45	

\* Probabilidad para la prueba de hipótesis para correlación nula (p<0,05). \*\* Probabilidad para la prueba de hipótesis para correlación nula (p<0,01). \*\*\* Probabilidad para la prueba de hipótesis para correlación nula (p<0,001).

Los conteos de *A. mellifera* realizados en las parcelas de 24 metros y los realizados en las parcelas de monitoreo de 1 metro, se correlacionaron altamente de forma positiva con  $r = 0,76$  y  $p < 0,001$ . Esto indica que ambas metodologías de monitoreo reflejaron la dinámica poblacional de la especie en el semillero.

De los monitoreos realizados en las parcelas de 1m, *A. mellifera* fue la especie más correlacionada en forma positiva respecto al total de insectos contabilizados en el semillero, siendo  $r = 0,91$  y  $p < 0,001$ . En segundo lugar, lo fueron los sírfidos con  $r = 0,73$  y  $p < 0,01$ ). Estos valores muestran que la dinámica de *A. mellifera* primordialmente, y en segundo lugar, los sírfidos ocuparon un rol protagónico en la presencia de insectos polinizadores durante la floración del semillero.

Al asociar las visitas del total de las especies monitoreadas, respecto al número de flores cuajadas, se evidenció una correlación positiva con  $r = 0,52$  y  $p < 0,05$ . Esto también se observó con el número de semillas por umbela, resultando  $r = 0,69$  y  $p < 0,01$ ). Sin embargo para el porcentaje de flores cuajadas no resultó significativa la correlación con los conteos de *A. mellifera* o sírfidos. Mientras que si lo fue para el número de semillas por umbela, en forma positiva para ambas especies, con  $r = 0,66$  y  $p < 0,001$  para *A. mellifera*, y  $r = 0,50$  y  $p < 0,05$  para sírfidos.

Finalmente en cuanto al nivel del rendimiento logrado, la producción de semillas por umbela se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con el total de insectos que visitaron las umbelas, siendo  $r = 0,66$  y  $p < 0,001$ . A nivel de especie, se observó una correlación positiva para las visitas de *A. mellifera* en las parcelas de 24 metros ( $r = 0,59$  y  $p < 0,01$ ) y las de 1m ( $r = 0,62$  y  $p < 0,01$ ) y también para la visita de sírfidos, siendo  $r = 0,48$  y  $p < 0,05$ .

El número de flores por umbela se correlacionó en forma positiva ( $p < 0,01$ ), con el número de flores con semilla y el número de flores sin semilla, siendo  $r = 0,83$  y  $0,73$  respectivamente. Sin embargo, se correlacionó en forma negativa con el número de semillas por cápsula, siendo  $r = -0,70$  y  $p < 0,01$ . Esto podría explicarse por mecanismos de competencia entre las flores de una umbela por nutrientes y/o polinizadores. Tampoco resultó significativa la correlación entre el número de flores por umbela y los componentes del rendimiento, ni para la producción de semilla por umbela. Los valores negativos de  $r$  observados podrían apoyar la teoría de la competencia establecida anteriormente. Por otra parte, el porcentaje de cuajado se correlacionó en forma negativa con el número de flores sin semilla, siendo  $r = -0,73$  y  $p < 0,001$ , mientras que no se correlacionó en forma significativa ( $p > 0,05$ ) con el número de flores con semilla.

El número de semillas por umbela y el número de semillas por cápsula se correlacionaron en forma positiva con la producción de semillas por umbela, siendo  $r = 0,97$  y  $p < 0,001$ , y  $r = 0,67$  y  $p < 0,01$  respectivamente. A su vez, el número de semillas por umbela se correlacionó en forma positiva, con el número de semillas por cápsula, siendo  $r = 0,64$  y  $p < 0,01$ . Esto evidencia la importancia conjunta de ambos parámetros en la determinación de la producción de semillas por umbela.

## 4.7 PRODUCCIÓN DE SEMILLA

### 4.7.1 Producción de semilla por umbela

Cuadro 13. Producción de semilla por umbela y número de semillas por umbela según semana de floración y manejo realizado.

	Nivel	Semilla por umbela (No.)	Semilla por umbela (grs.)
Semana	2	878 a	3,37 a
	3	901 a	3,30 a
	1	679 b	2,50 b
Valor p		(p=0,0076)	(p=0,0002)
Manejo	Testigo	836 a	3,27 a
	Esencia de rosa	754 a	2,84 b
Valor p		(p=0,3948)	(p=0,0107)
Coef. var.		12,9	11,9

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,05$ , según Tukey.

El número de semillas por umbela y la producción de semilla en gramos por umbela fueron afectados significativamente por la semana de floración ( $p < 0,05$ ). Para ambas variables los valores resultaron mayores en las semanas dos y tres respecto a la semana uno (cuadro 13).

El número de semillas en el testigo fue de 836 semillas por umbela, superior en magnitud respecto al tratamiento con esencia de rosa (754 semillas). Esto se debe a mayor número significativo de semillas por cápsula obtenidas en testigo.

El número de semillas por umbela obtenido fue superior a Rasekh et al. (2006), quienes mencionan  $636 \pm 42$  semillas por umbela trabajando en semilleros con polinización abierta. Mientras que Padamshali y Mandal (2018) obtuvieron 851 y 802 semillas por umbela en polinización abierta y polinización con *A. mellifera* respectivamente.

A su vez en cuanto al manejo realizado, la producción de semillas en gramos fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) para el testigo respecto al tratamiento, mientras

que la producción de semilla en número no fue afectada en forma significativa. Esto puede deberse a que las umbelas del testigo presentaron mayor peso de mil semillas.

La mayor producción (en gramos por umbela) obtenida con el manejo testigo contrasta con Al Sahaf (2002) quien obtuvo mayor producción de semillas al rociar las umbelas con esencia de rosa, respecto a rociarlas con agua destilada. Menciona que *A. mellifera* permaneció mayor periodo pecoreando las flores de cebolla en tratamiento con esencia de rosa. El tiempo de pecoreo no fue analizado en el presente trabajo.

La superior producción en gramos por umbela de las semanas dos y tres ocurre simultáneamente con las semanas de mayor presencia de insectos posados sobre umbelas (ver cuadro 7). La diferencia en números de semillas entre las semanas dos y tres respecto a la semana uno se debe a que el número de semillas resulta del cociente entre flores cuajadas (%) y semillas por cápsula (No.). Si bien existieron diferencias en el porcentaje de cuajado y semillas por cápsula entre las semanas, no fueron estadísticamente significativas (ver cuadro 11). No se observó interacción entre semana y tratamiento.

La producción obtenida en este trabajo según tratamiento desde un mínimo de 2,50 a un máximo de 3,37 gramos de semilla por umbela, se sitúa entorno al rango superior reportado por Peluffo (2013) en Uruguay, y a lo reportado por Yucel y Duman (2005) en Turquía en situaciones de libre polinización, de 0,37 a 2,95, y 1,29 y 5,74 gramos por umbela respectivamente. La producción obtenida resultó superior a los 2,21 gramos por umbela reportados por Rasekh et al. (2006) en semilleros.

La producción por umbela obtenida en el presente trabajo, considerando el número de umbelas cuantificado por planta (anexo 1) equivaldría a una producción por planta de entre 13,25 y 17,86 gramos de acuerdo al tratamiento. Estos resultados son similares a la producción reportada por González et al. (2008) de entre 13,40 a 22,23 gramos por umbela para semilleros desarrollados con baja incidencia de enfermedades y buenas condiciones climáticas. El mismo autor reporta producciones inferiores de entre 7,43 a 11,2 gramos por planta en un año con gran afectación de *Peronospora destructor* y abundantes precipitaciones.

La producción media por planta para todo el ensayo fue de 16,2 gramos. En estudios realizados por Reghin et al. (2005) los resultados varían entre 11,91 y 40,53 gramos por planta según tratamientos que varían la cantidad de días de vernalización. La producción por planta se situó entre los rendimientos medios obtenidos a nivel nacional por González et al. (2008) de 17,5 gramos en 2005 y 9,2 gramos en 2008.

En el presente trabajo la estimación de producción de semillas por hectárea, considerando la densidad utilizada de 18180 plantas por hectárea, equivaldría a un mínimo de 241 a un máximo de 325 kg/ha. Estos valores son inferiores a los reportados

por González et al. (2008), de 579 a 961 kg/ha con una densidad de 44.000 plantas/ha; y superiores a los 162 y 243 kg/ha con una densidad de 22000 plantas/ha.

El rendimiento promedio de semilla del Programa de Certificación del cultivar Pantanoso de Sauce CRS cuenta con datos de 12 productores de la cooperativa CALSESUR, y para el mismo año del presente trabajo se situó en 281 kg/ha (Peluffo et al., 2017). En el presente ensayo el promedio general obtenido fue de 295 kg/ha.

A nivel de todo el ensayo se observó gran incidencia de umbelas con síntomas de quincho, con desmayo y deshidratación de pedicelos y signos de un lepidóptero que ocasiona vuelco de pedicelos de umbelas, lo cual puede estar distorsionando los resultados de rendimiento en cierta medida, ya que se observó que el lepidóptero tiene comportamiento errático. Aunque para la evaluación del rendimiento se descartaron las umbelas afectadas por plagas y enfermedades en forma evidente.

#### 4.8 CALIDAD DE SEMILLA

##### 4.8.1 Peso de mil semillas

Cuadro 14. Peso de mil semillas, según semana de floración y manejo realizado.

Factor	Nivel	Peso de mil semillas (grs.)
Semana	2	3,91 a
	3	3,76 a
	1	3,75 b
Valor p		(p=0,0327)
Manejo	Testigo	3,92 a
	Esencia de rosa	3,69 b
Valor p		(p=0,0005)
Coef. var.		2,63

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,05$ , según Tukey.

El peso de mil semillas fue afectado por la semana y el manejo. No se observó interacción significativa entre semana y manejo.

Las semanas dos y tres obtuvieron significativamente mayor peso de mil semillas en comparación con la semana uno.

El manejo afectó de forma significativa el peso de mil semillas, siendo superior en el testigo. El mayor peso de mil semillas en testigo aporta a explicar parcialmente el

mayor rendimiento obtenido en gramos por umbela con respecto al manejo con esencia (ver cuadros 13 y 14).

En ensayos realizados por Arboleya et al. (1986) se obtuvieron pesos de mil semillas de 3,5 gramos, semillas de peso inferior a las obtenidas en cualquiera de las semanas del ensayo. En el departamento de Salto, González<sup>4</sup> obtuvo pesos de mil semillas de 3,8 gramos, similares a los obtenidos en este ensayo. Gaviola y Pauniero (1999) en Mendoza obtuvieron pesos de mil semillas ligeramente superiores (4,0 gramos).

---

<sup>4</sup> González M. 2011. Avances en investigación de métodos alternativos de producción de semilla. Salto Grande, INIA (sin publicar)

## 5. CONCLUSIONES

Las colmenas dispuestas en el semillero manifestaron preferencia marginal y restringida a los primeros diez días por el polen de cebolla. A pesar de no haber registro de polen en las trampas en las semanas 2, 3 y 4 se registró fidelidad en las visitas a flores por parte de *Apis mellifera*. A partir de estas observaciones es posible sugerir para polinización en futuros semilleros realizar un recambio semanal de colmenas en base al aprendizaje que las mismas realizan al explorar nuevas fuentes de mejor calidad.

La metodología utilizada permitió relevar, identificar y monitorear la abundancia y riqueza de la comunidad de insectos visitantes en el semillero de cebolla. En los trampeos estáticos se identificaron 35 morfoespecies pertenecientes cuatro órdenes de insectos: Diptera, Hymenoptera, Coleoptera y Hemiptera. Dentro del Orden Diptera, la Familia Empididae mantuvo una frecuencia importante que amerita seguir evaluando su potencial como polinizador y roles en el semillero.

En los monitoreos de parcelas de un metro, Hymenoptera seguido por Diptera presentaron mayor importancia en cuanto a frecuencia de visitas en el semillero.

La producción de semillas resultó menor con la pulverización de agua de rosa respecto al testigo. Sin embargo, el porcentaje de cuajado, número de visitas de insectos y de *A. mellifera* no difirió significativas entre ambos manejos, excepto para *Musca domestica* que registro mayor número de visitas con la aplicación de agua de rosas.

El factor semana tuvo efecto sobre la producción de semillas. Las umbelas que florecieron en las dos semanas centrales del período de floración presentaron rendimientos superiores, coincidiendo con las semanas con mayor visita de insectos. Este período también registro condiciones ambientales muy favorables para la actividad de *A. mellifera*.

El peso de mil semillas fue superior en las umbelas que florecieron en la segunda y tercer semana, lo cual se asocia con las semanas de mayor abundancia de *A. mellifera* y de otros insectos. Las umbelas rociadas con esencia de rosa presentaron pesos de mil semillas inferiores a las umbelas rociadas con agua destilada.

Los resultados obtenidos, la diversidad de especies detectadas, la abundancia relativa de insectos persistente durante el periodo y los escasos antecedentes de investigación en el tema ameritarían continuar investigando el potencial polinizador de cada grupo, dinámica poblacional, relación con el ambiente y el empleo de atrayentes florales, así como en la técnica y diseño de los ensayos.

## 6. RESUMEN

La polinización es uno de los principales factores limitantes en el rendimiento de cultivos semilleros de cebolla en el Sur de Uruguay. Generar conocimiento sobre el proceso de polinización, la actividad de los insectos y su relación con el semillero contribuiría a mejorar el manejo del mismo y la eficiencia de uso de *A. mellifera* como agente para incrementar la producción de semilla. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar las fuentes de alimentación en el entorno del semillero, caracterizar la entomofauna presente en diferentes momentos del semillero, y evaluar la aplicación de esencia de rosa y el efecto semana de floración de las umbelas sobre el desarrollo reproductivo del semillero, cuajado de umbelas, la producción y calidad de semilla. Se identificaron 35 morfoespecies que corresponden a cuatro órdenes de insectos, destacándose *A. mellifera*, sírfidos y *M. domestica* como las más abundantes y persistentes de los insectos con potencial polinizador. Las umbelas correspondientes a las semanas centrales del ensayo presentaron rendimientos superiores, coincidiendo con las semanas con mayor visita de insectos. Las umbelas tratadas con esencia de rosa presentaron rendimientos inferiores a las umbelas sin aplicación de esencia.

Palabras clave: Semilla de cebolla; Polinización; *Apis mellifera*; Producción.

## 7. SUMMARY

Pollination is one of the main limiting factors in yield of onion seed crops in the South of Uruguay. Generating knowledge about the pollination process, activity of insects and their relationship with onion seed crop would contribute to improve management and efficiency of use of *A. mellifera* as an agent to increase seed production. The objective of this work was to study the sources of food in the environment of seedling, to characterize the entomofauna present at different stages of onion seed crop, to evaluate the application of rose essence and the week effect of flowering umbels on the reproductive development on seed crop, setting of umbels, production and seed quality. Four orders of insects, corresponding to 35 morphospecies, standing out *A. mellifera*, syrphids and *M. domestica* as the most abundant and persistent insects considered as potential pollinators. Umbels corresponding to the central weeks of the seedling presented higher yields, according to weeks with highest insect visitation. The umbels treated with essence showed lower yields than umbels with no application of essence.

Key words: Onion seed; Pollination; *Apis mellifera*; Production.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Adel, M. R.; Namaghi, H. S. 2006. Effects of insect pollinators on onion seed production quality and quantity. *Crop Protection*. 2(4): 395-402.
2. Al-Sahaf, F. H. 2002. Effect of planting method and rose water spray on seed production in onion (*Allium cepa* L.). *Emirates Agricultural Science* 14: 14-23.
3. Arboleya, J. E.; Villamil, J. M.; Itoh, M. 1986. Efecto de la fecha de plantación de bulbos de cebolla sobre el rendimiento y calidad de la semilla. (en línea). *Investigaciones Agronómicas*. 7(1):22-30. Consultado 30 abr. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5982/1/Inv.Agr.-1986-No.7.pdf>
4. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Maeso, C. R. 1993. Investigación en producción de semilla de cebolla. In: Seminario Producción de Cebolla en la Zona Sur (1993, Rincón del Colorado). Resultados experimentales en hortalizas Montevideo, INIA. pp. 38-40 (Boletín de Divulgación no. 29).
5. Arysta Life Science, US. s.f. Pollinus. (en línea). Miami, FL. s.p. Consultado 8 abr. 2019. Disponible en <https://www.arysta.pl/pollinus/>
6. Banik, B. R. 1990. Role of pollinating agents on seed production of shallot onion. Bangladesh. *Plant Breeding and Genetics*. 3: 15-22.
7. Beismejjer, J. C.; Roberts, S. P. M.; Reemer, M.; Ohlemu"ller, R.; Edwards, M.; Peeters, T.; Schaffers, A. P.; Potts, S. G.; Kleukers, R.; Thomas, C. D.; Settele, J.; Kunin, W. E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*. 313:351-354.
8. Bentancourt, C. M.; Scatoni, I. B.; Morelli, E. 2010. *Insectos del Uruguay*. Montevideo, Hemisferio Sur. 658 p.
9. Bohart, G. E.; Nye, W. P.; Hawthorn, L. R. 1970. Onion pollination as affected by different levels of pollinator activity. *Utah Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 482*:2-57.
10. Boschi, F. 2014. Estudio de características fenotípicas y análisis de distinción, homogeneidad y estabilidad en cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*. 18:61-71.

11. Brewster, J. L. 2000. Onion and other vegetable alliums. London, UK, CABI. 455 p.
12. Byron, J. 2011. Lack of pollination due to insecticide use affects onion seed yields, study finds. (en línea). Davis, University of California. Agriculture and Natural Resources. 5 p. Consultado 15 set. 2018. Disponible en <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=5688>
13. Carrega, G.; Apatie, G.; Carrato A.; Derréguibus J.; Franchi S. 2001. Producción de semilla de cebolla cv INIA Casera en las zonas de Salto y Bella Unión. Montevideo, INIA. 19 p. (Boletín de Divulgación no. 92).
14. Castellane, P. D.; Nicolosi, W. M.; Hasegawa, M. 1990. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal, FUNEP. FCAV. 261 p.
15. Céspedes, C. L.; Marín, J. 2007. Compuestos volátiles de plantas. Origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. Revista Fitotecnia Mexicana. 30:327-351.
16. CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, BR). 2017. Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global. Brasília, Cronário. 124 p.
17. Chandel, R. S.; Thakur, R. K.; Bhardwaj, N. R.; Pathania, N. 2004. Onion seed crop pollination: a missing dimension in mountain horticulture. Acta Horticulturae. no. 631:79-86.
18. Crane, E. 1972. Bees in the pollination of seed crops. Journal of the Royal Agricultural Society of England. 133:119-135.
19. Currah, L.; Ockendon, D. J. 1978 Protandry and sequence of flower opening in the onion (*Allium cepa* L.). New Phytologist. 81: 419-428.
20. De, C. F.; Montenegro, F.; Travieso, M. C. 2014. La producción de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.), una realidad en Santa Cruz del Norte, Mayabeque. Cultivos Tropicales. 35(4): 5-12.
21. Devi, S.; Gulati, R.; Tehri, K.; Poonia, A. 2015a. Effect of different modes of pollination on yield parameters of *Allium cepa* L. (en línea). Journal of Entomological Research. 39(2):111–117. Consultado 5 abr. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2015.00004.3>

22. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2015b. The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.). (en línea). *Agricultural Reviews*. 36(1):1-13. Consultado 5 abr. 2019. Disponible en <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00001.X>
  
23. El Balla, M. M. A.; Abdelbagi, A. Hamid, A. H. A. Abdelmageed. 2013. Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. (en línea). *Agricultural Water Management*. 121:149-157. Consultado 30 abr. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377413000371>
  
24. Ellis, A.; Delaplane K. S. 2008. An evaluation of Fruit-Boost™ as an aid for honey bee pollination under conditions of competing bloom. *Journal of Apicultural Research and Bee World*. (London). 48(1): 15-18.
  
25. Ewies, M.; El-Sahhar, K. F. 1977. Observations on the behavior honeybees on onion and their effects on the seed yield. *Journal of Apicultural Research*. 16(4):194-196.
  
26. Free, J. B.; Williams, I. H.; Longden, P. C.; Johnson, M. G. 1975. Insect pollination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed crops. *Annals of Applied Biology*. 81:127-134.
  
27. Frisch, K. V. 1950. *La vida de las abejas*. 4a.ed. Barcelona, LABOR. 237 p.
  
28. Gallai, N.; Salles, J. M.; Settele, J.; Vaissiae, B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 68:810-821.
  
29. Gillespie, S.; Long, R.; Williams, N. 2015. Indirect effects of field management on pollination service and seed set in hybrid onion seed production. (en línea). *Journal of Economic Entomology*. 108(6):2511-2517. Consultado 10 set. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1093/jee/tov225>
  
30. González, H.; Colnago, P.; González, P.; Peluffo, S.; Zipitría, J. 2008. Efecto de las prácticas de manejo del cultivo semillero de cebolla en la presencia de enfermedades y en el rendimiento y calidad de las semillas. Montevideo, UdelaR. CSIC. 57 p.
  
31. González, P.; Colnago, P.; Peluffo, S.; Zipitría, J.; González, H.; Galván, G. A. 2011. Quantitative studies on downy mildew (*Peronospora destructor*

Berk. Casp.) affecting onion seed production in southern. Montevideo, UdelaR. CSIC. pp. 23-25.

32. Howell, D. R.; Waller. G. D. 1971. Onion seed production in Yuma County. *Progressive Agriculture*. 23(1): 10-11.
33. Jaldo, A.; Delia, M. 2017. Un análisis de la producción y comercio internacional de cebolla. Situación y perspectivas de la cadena de valor en Argentina. Buenos Aires, INTA. 21 p.
34. Kapil, R. P.; Kumar, S. 1974. Foraging activity of *Apis dorsata* F on *Brassica Juncea* Czern and Coss. *Journal Bombay Natural History Society*. 71(2):327-331.
35. Labandeira, C.; Sepkoski, J. 1993. Insect diversity in the fossil record.(en línea). *Science. New Series*. 261(5119): 310-315. Consultado 10 set. 2018. Disponible en <http://science.sciencemag.org/content/261/5119/310>
36. Lederhouse, R. C.; Caron, D. M.; Morse, R. A. 1968. Onion pollination in New York. *New York's Life Science*. 1(3): 8-9.
37. Long R, Morandin L. 2011. Low hybrid onion seed yields relate to honey bee visits and insecticide use. *California Agriculture*. 65(3):155-159.
38. Mayer, D. F.; Lunden, J. D. 2001. Honey bee management and wild bees for pollination of hybrid onion seed. *Acta Horticulturae*. no. 561:275-278.
39. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY) 2011. Censo general agropecuario: resultados definitivos. (en línea). Montevideo. 146 p. Consultado 3 mar. 2018. Disponible en <http://www.Mgap.gub.uy/Portal/Hgxpp001.Asp?7,5,786,O,S,0>,
- 40.\_\_\_\_\_. OPYPA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, UY). 2016. Anuario OPYPA 2016: análisis sectorial y cadenas productivas. Temas de política. Estudios. (en línea). Montevideo. 582 p. Consultado 13 mar. 2018. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/anuario\\_opypa\\_2016\\_en\\_baja.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/anuario_opypa_2016_en_baja.pdf)

41. Meléndez, V.; Magaña, S.; Parra, V.; Ayala, R.; Navarro, J. 2002. Diversity of native bee visitors of cucurbit crops (Cucurbitaceae) in Yucatán, México. *Journal of Insect Conservation*. 6:135-147
42. Melo, P. C. T.; Ribeiro, A. 1990. Producao de sementes de cebola: cultivares de polinização aberta e híbridos. *In*: Castellane, P. D.; Nicolosi, W. M.; Hasegawa, M. coords. *Produção de sementes de hortaliças*. Jaboticabal, FUNEP. FCAV. pp. 15-59.
43. Nascimento, W. M.; De Freitas, R. A. 2008. Calidad fisiológica de semillas de cebolla en función del estadio de maduración de umbelas. *Horticultura Brasileira*. 26:078-082.
44. Nye, W. P.; Shasha'a, N. S.; Campbell, W. F.; Hamson, A. R. 1973. Insect pollination and seed set of onions (*Allium cepa* L.). Utah Agricultural Experiment Station Research Report. 6(1): 1-15.
45. Orford, K. A.; Vaughan, I. P.; Memmott, J. 2015. The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. (en línea). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 282 (1805):p. irr. Consultado 20 ago. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2934>
46. Padamshali, S.; Mandal S. K. 2018. Effect of Honey Bee (*A. mellifera*) Pollination on Yield and Yield Attributing Parameters of Onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7:4843-4848.
47. Pantoja, A.; Smith-pardo, A.; García, A.; Sáenz, A.; Rojas, F. 2014. Sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe: principios y avances. Santiago de Chile, FAO. 56 p.
48. Parker, F. D. 1982. Efficiency of bees in pollinating onion flowers. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 55(1):171-176.
49. Paunero, I. E. 1996. Cuantificación de los componentes del rendimiento en dos sistemas de producción de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Valle central de Catamarca. *Revista de Ciencia y Técnica*. 5(5):7-14.
50. Peluffo, S.; González, H. 2010a. Efecto de la severidad de infección de peronospora en el escapo floral de cebolla sobre la producción y calidad

de la semilla. In: Seminario Panamericano de Semillas (22º., 2010, Asunción, Paraguay). Resumen y póster. s.n.t..s.p.

51. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2010b. Evolución de la producción de semilla certificada del cultivar de cebolla Pantanoso del Sauce CRS. (en línea). In: Congreso de la Sociedad Uruguaya de Horti-Fruticultura (12º., 2010, Montevideo). Libro de resúmenes. Montevideo, SUHF. p. 109. Consultado 10 set. 2018. Disponible en [http://www.hortifruticultura.com/uploads/2/7/2/3/27235687/suhf\\_congreso\\_2010\\_-\\_libro\\_de\\_resumenes.pdf](http://www.hortifruticultura.com/uploads/2/7/2/3/27235687/suhf_congreso_2010_-_libro_de_resumenes.pdf)
52. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012. Producción de semilla certificada del cv de cebolla Pantanoso del Sauce CRS. In: Jornada Técnica Presentación de los Últimos Avances en el Cultivo de Cebolla (2012, Progreso). Presentación de resultados experimentales en cebolla. Montevideo, INIA. pp. 41-45 (Actividades de Difusión no. 676).
53. \_\_\_\_\_. 2013. Evaluación de la producción de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) mediante el método semilla-bulbillo-semilla para tres cultivares de Uruguay. Tesis Maestría. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
54. \_\_\_\_\_.; González, H.; Galván, G.; Hirczak, A. 2016. Production of certified onion seeds in Uruguay: an experience of governmental – private articulation. Acta Horticulturae. no. 1143:159-164.
55. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2017. Evolución de la producción de semilla certificada del cultivar de cebolla Pantanoso del Sauce CRS. (en línea). In: Jornada Hortícola 20 Años INASE (2º., 2017, Montevideo). Presentaciones. Montevideo, INASE. p. 60. Consultado 10 set. 2018. Disponible en <https://v.calameo.com/?bkcode=0029931839c81dabd03f4>
56. Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. 1996. The Natural History of Pollination. The New Naturalist. London, Harper Collins. 479 p.
57. Rao, G. M.; Suryanarayana, M. C. 1989. Effect of honey bee pollination on seed yield in onion (*Allium cepa* L). Indian Bee. 51(7):9-11.
58. Raymond, A. T. G. 2013. Vegetable seed production. 3rd. ed. Roma, CABI. 329 p.

59. Reghin, M. Y.; Otto, R. F.; Olinik, J. R.; Jacoby, C. F. S.; Oliveira, R. P. 2005. Vernalização em bulbos e efeito no rendimento e potencial fisiológico de sementes de cebola (en línea). *Horticultura Brasileira*. 23(2):294-298. Consultado 15 set. 2018. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25071.pdf>
60. Reyes, J. L.; Cano, P. 2000. Manual de polinización apícola: la polinización de los cultivos por abejas. Ciudad de México, Gobierno de México. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Pesca y Alimentación. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. 52 p.
61. Sajjad, A.; Saeed, S.; Masood, A. 2008. Pollinator community of onion (*Allium cepa* L.) and its role in crop reproductive success. *Pakistan Journal Zoo*. 40:451-456.
62. Sampaio, T. G.; Sampaio, N. V.; Soares, P. F. 1998. Estudo de componentes do rendimento na produção de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). *Revista Científica Rural*. 3(1):1-7.
63. Santos, E. 2014. Dependencia a la polinización entomófila y relevamiento de los insectos polinizadores en tres cultivos de interés económico para Uruguay. Tesis de Maestría. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 132 p.
64. Siddique Munawar, M.; Raja, S.; Niaz, S.; Sarwar, G.; Munawar, M. S. 2011. Performance of honeybees and blow flies in onion seed setting comparative performance of honeybees (*Apis mellifera* L.) and blow flies (*Phormia terronovae*) in onion (*Allium cepa* L.) seed setting. *Agricultural Research*. 49(1):49-57.
65. Soto, V. C.; Maldonado, I. B.; Jofré, V. P.; Galmarini, C. R.; Silva, M. F. 2015. Direct analysis of nectar and floral volatile organic compounds in hybrid onions by HS-SPME/GC-MS: relationship with pollination and seed production. *Microchemical Journal*. 122:110–118.
66. Uddin, M. K.; Kamal, M. M.; Akand, M. M.; Hasan, M. M.; Chowdhury, M. N. A. 2015. Effect of different pollinator attractant crops for seed setting and maximizing seed yield of onion. (en línea) *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 3(4):737-743. Disponible en <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v3i4.13999>
67. Vicente, E.; Carrega, G.; Manzioni, A.; Vilaró, F.; Rodríguez, G. 2007. El cultivar de cebolla INIA casera. (en línea). Montevideo, INIA. 19 p.

(Boletín de Divulgación no. 92). Consultado 10 set. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2790/1/18429230309131655.pdf>

68. Vivar, J. 2013. Los compuestos químicos, esencia y aroma de las plantas. Contacto. 92:21-25.
69. Waller, G. D. 1970. Problems with onion pollination in Arizona. Progressive Agriculture in Arizona. 23(1):10-16.
70. Waters, N. D. 1972. Honey bee activity in blooming onion field in Idaho. American Bee Journal. 112(6):218-219.
71. Wilkaniec, Z.; Giejdasz, K.; Proszynski, G. 2004. Effect of pollination of onion seeds under isolation by the Red Mason bee (*Osmia rufa* L.) (Apoidea, Megachilidae) on the setting and quality of obtained seeds. Journal of Apicultural Science. 48(2):35-41.
72. Williams, I. H.; Free, J. B. The pollination of onion (*Allium cepa* L.) to produce hybrid seed. Journal of Applied Ecology. 11:409-417.
73. Witter, S.; Blochtein, B. 2003. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. (en línea). Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 38(12):1399-1407. Consultado 2 set. 2018. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n12/a06v38n12.pdf>
74. Woyke, W. H. 1981. Some aspects of the role of the honeybees in onion seed production in Poland. Acta Horticulturae. no. 111:91-97.
75. Yucel, B.; Duman, I. 2005. Effects of foraging activity of Honeybees (*Apis mellifera* L.) on Onion (*Allium cepa*) Seed Production and quality. (en línea). Pakistan Journal of Biological Sciences. 8(1): 123-126. Consultado 15 ago. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.3923/pjbs.2005.123.126>

## 9. ANEXOS

Anexo 1. El número de umbelas por planta y el número de umbelas primarias por planta resultaron similares entre manejos.

Umbelas por planta, umbelas con menos de 50% de flores abiertas (umbelas con < 50% fl.ab.), umbelas primarias por planta (No.), umbelas primarias (%), según manejo.

	Umbelas/ planta (No.)	Umbelas primarias /planta (No.)	Umbelas primarias (%)	Umbelas con < de 50% de flores abiertas (%)
Testigo	5,4±0,3	4.5±0.4	86.4±3.0	15,7±4,2
Agua de rosa	5,2±0,5	4.7±0.2	88.1±1.4	14,6±1,4

\* Parcelas de 24m de largo

\*Conteo realizado el 16 de diciembre de 2015.

Los valores porcentaje de umbelas con flores abiertas, número de umbelas primarias por planta y porcentaje de umbelas primarias resultaron similares para testigo y agua de rosa.

El número de umbelas totales por planta y la proporción de umbelas primarias de ambos manejos resultaron similares a los citados por Peluffo y González (2008) en ensayos realizados utilizando el mismo cultivar.

Anexo 2. Registros\* de temperatura (°C), velocidad promedio y máxima (m/s), precipitaciones (mm) y radiación solar (MJ/hora) durante el monitoreo.

Fecha	Hora	Temp. prom. (°C)	Vel. prom. viento/hora (m/s)	Vel. máx. viento/hora (m/s)	Precipitaciones (mm)	Radiación solar MJ./hora	A. <i>mellifera</i>	
							posadas por 24 metros en una repetición	Insectos totales en las 8 repeticiones ***
26/nov.	11	22	3,91	6,53	0	2,4	11	22
26/nov.	15	25	2,98	5,89	0	1,9	10	17
28/nov.	11	18	4,91	7,89	0	3,3	3	22
28/nov.	16	22	4,24	8,61	0	3,0	3	27
30/nov.	11	24	2,21	4,77	0	3,4	14	65
30/nov.	16	26	3,05	5,33	0	2,9	20	57
02/dic.	11	26	2,24	5,17	0	3,2	34	75
02/dic.	16	26	3,74	6,85	0	2,9	41	58
04/dic.	11	22	2,54	4,61	0	1,7	36	31
04/dic.	16	24	2,53	5,01	0	2,6	37	35
07/dic.	11	20	1,43	3,33	0	3,0	19	40
07/dic.	15	24	1,58	3,65	0	3,3	37	55
09/dic.	11	23	2,22	4,29	0	2,0	36	59
09/dic.	16	24	3,55	5,17	0	3,1	38	51
11/dic.	10	28	2,82	5,57	0	2,7	21	54
11/dic.	15	34	3,39	6,53	0	2,8	20	31
14/dic.	10	19	3,14	12,53	10,7	0,4	0	26
14/dic.	15	26	2,49	4,37	0	1,9	6	51
16/dic.	10	20	2,47	4,37	0	2,9	2	31
16/dic.	16	29	2,65	5,09	0	3,0	4	31
18/dic.	11	22	3,55	6,77	0	1,3	0	25
18/dic.	17	23	3,54	6,21	0	2,4	2	21

\*Datos de INIA Las Brujas.

\*\*Promedio obtenido del monitoreo de 8 parcelas de 24 metros de cantero.

\*\*\*Suma de 8 parcelas de 1 metro de monitoreo por 3 minutos.