

Trabajo de Intensificación
Ingeniería Agronómica

Agustín Roig Sierra

**Producción de zapallito verde (*Cucurbita maxima*
var. zapallito) en la zona de Bahía Blanca: visitantes
florales y sus aportes al rendimiento del cultivo**

Docente Tutor: Luciano A. Marinozzi

Docente consejero 1: Soledad C. Villamil

Docente consejero 2: Gisela Grandinetti

Índice

Índice	1
Resumen	2
Introducción	4
Hipótesis.....	11
Objetivos.....	11
Materiales y métodos	12
Área de estudio.....	12
Trampas de agua.....	13
Evaluación de rendimiento.....	14
Resultados y discusión	18
Trampas de agua.....	18
Evaluación de rendimiento.....	19
Conclusiones	24
Bibliografía consultada	25

Resumen

Cerca del 90% de las plantas con flor son polinizadas por animales, especialmente por insectos, pero también por mamíferos y aves. Las abejas (Hymenoptera: Apoidea), representan el grupo de insectos más importante que interviene en la polinización de numerosas especies vegetales. En los agroecosistemas, la disminución de polinizadores está relacionada con la reducción de hábitats y recursos florales, lo que afecta negativamente la producción agrícola. Entre los cultivos de importancia mundial, se encuentra la familia Cucurbitaceae que presenta numerosas especies cultivadas como *Cucurbita maxima* var zapallito, conocido como zapallito verde o zapallito de tronco. Esta especie presenta flores unisexuales masculinas y femeninas sobre la misma planta, por lo que dependen de la presencia de vectores bióticos como la abeja para su polinización. Los objetivos del presente estudio fueron evaluar la presencia de diferentes especies de visitantes florales en el cultivo de *C. máxima* var. zapallito en el sudoeste bonaerense mediante el conteo de insectos capturados con trampas de agua. Por otro lado, determinar el efecto de los polinizadores sobre el rendimiento y sus componentes. El estudio se llevó a cabo en una quinta ubicada en el partido de Tornquist, en el valle del río Sauce Chico. Se utilizó un lote de *C. maxima* var. zapallito de 1930 m². Se colocaron colmenas de *Apis mellifera* cerca del cultivo para aumentar la cantidad de polinizadores. Para capturar visitantes florales, se utilizaron trampas de agua de colores: blancas y celestes. También, se evaluó el efecto de los polinizadores sobre el rendimiento y sus componentes mediante tres tratamientos: Polinización restringida, Polinización parcial y Polinización libre. El tratamiento de polinización restringida consistió en cubrir las flores femeninas con bolsas de organza durante todo el periodo de antesis para evitar la visita de polinizadores. Para el tratamiento de polinización parcial, las flores fueron cubiertas en preantesis y se procedió a destapar al día siguiente cada flor abierta esa misma mañana, esperando el ingreso y egreso de un visitante floral y volviendo a cubrir para evitar una nueva visita. En el tratamiento de polinización libre, las flores fueron etiquetadas pero no se cubrieron con bolsas, esto permitió que las flores fueran visitadas por los insectos sin ningún impedimento. En las trampas de agua se recolectaron 145 insectos de diversos órdenes. Tanto en las trampas celestes como en las blancas, se observó que más del 50% de los insectos capturados pertenecían al orden Hymenoptera, comprendiendo numerosas especies de la superfamilia Apoidea. En cuanto al rendimiento del cultivo, se encontraron diferencias significativas en peso, altura y diámetro entre los tratamientos de polinización. El tratamiento de polinización libre mostró la mayor cantidad de frutos cuajados, con una tasa de éxito del 77%; mientras que la polinización parcial

tuvo una tasa de éxito del 33%. El tratamiento de polinización restringida no produjo frutos. Numerosas especies de insectos pecorearon en las flores de *C. maxima* var. zapallito en el área de estudio mejorando el peso, la altura y el diámetro de los frutos. Además, se demostró que una sola visita de un polinizador por flor no garantiza alcanzar el máximo potencial de rendimiento.

Introducción

Muchos insectos cumplen el rol de polinizadores ya que son los encargados de transportar el polen desde la parte masculina (antera) a la parte femenina (estigma), ya sea dentro de una misma flor o entre diferentes flores. Estos contribuyen así, a la fecundación cruzada de los óvulos de las flores, con la consiguiente formación de semillas y frutos y el mantenimiento de la diversidad vegetal. Cerca del 90% de las plantas con flor son polinizadas por animales, especialmente por insectos, pero también por mamíferos y aves. Las abejas (insectos pertenecientes a la superfamilia Apoidea, orden Hymenoptera) son los más especializados en cuanto a morfología y comportamiento en la colecta de polen y/o néctar, por lo que son los polinizadores más efectivos (Delaplane *et al.*, 2000; Calderone, 2012). Esta actividad también puede ser realizada por insectos de los órdenes Diptera, Coleoptera, Thysanoptera y Lepidoptera, junto con otros Hymenoptera (Kevan, 2008). La polinización entomófila tiene importancia relevante en la multiplicación de las plantas y, en el caso de las especies cultivadas, esto repercute directamente sobre el rendimiento de la producción de semillas y frutos (Free, 1970; Klein *et al.*, 2007; Ramello, 2021).

La disminución de abundancia y/o riqueza de polinizadores silvestres en los agroecosistemas se relaciona con la disminución en la diversidad de hábitats y recursos florales (Roulston & Goodell 2011). Los ambientes naturales o conservados dentro de los agroecosistemas, contienen recursos florales que ayudan a mantener poblaciones de polinizadores silvestres y aumentan la producción de cultivos (Garibaldi *et al.* 2011, 2013, 2016, Nicholls & Altieri 2012).

Desafortunadamente, en los últimos años y en todos los continentes (excepto en la Antártida), se ha documentado la disminución de poblaciones y especies de abejas en los agroecosistemas y áreas naturales, lo cual ha generado una gran preocupación, tanto ambiental como económica. Las causas de la denominada “crisis de los polinizadores” o “crisis de la polinización”, se basan en la introducción de especies que compiten o son portadoras de parásitos nuevos para los polinizadores nativos, a la presencia de algunas plantas invasivas que modifican la composición florística, al monocultivo, a la deforestación y al uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos. Un descenso en el número de polinizadores de manera acelerada, como el que se ha venido reportando, atenta contra la seguridad alimentaria del mundo (Garibaldi *et al.*, 2013).

Se ha propuesto que los polinizadores silvestres podrían utilizarse para la polinización de los cultivos en combinación con la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.) (Winfrey *et al.* 2008, Park *et*

al. 2010, Roulston & Goodell 2011, Garibaldi *et al.* 2013). En algunos agroecosistemas se está promoviendo un aumento de la diversidad de especies vegetales en los bordes de cultivo como estrategia para favorecer a los polinizadores silvestres, lo que podría beneficiar la producción de los cultivos dependientes de polinización biótica (Garibaldi *et al.* 2014, Sidhu & Joshi 2016). En Argentina esta estrategia todavía no se ha implementado masivamente; para ello, es necesario conocer cómo se estructuran las comunidades, para luego poder elegir potenciales especies vegetales que podrían ser utilizadas en los bordes de cultivo. Algunos estudios confirmaron que varias especies de polinizadores utilizan los recursos de las plantas nativas. Por ejemplo, Haedo *et al.* 2017 realizó un recuento de polinizadores identificando especies como: *Xylocopa* sp., *Bombus* sp., *Megachile* sp., *Polybia* sp., *Astylus* sp., *Rachiplusia nu.*, en plantas nativas del sudoeste bonaerense.

Es conocida la estrecha relación que ocurre entre especies de abejas y recursos florales, llamándose oligolécticas a aquellas abejas que utilizan, por ejemplo, polen de un determinado género o familia vegetal para alimentar a su progenie (Wcislo & Cane, 1996; Müller *et al.*, 2006; Michener, 2007). Un caso particular se observa entre el género botánico *Cucurbita* y abejas solitarias de los géneros *Peponapis* y *Xenoglossa* (Hurd & Lindsey 1964; Hurd *et al.*, 1971, 1974; Michener, 2007). El género *Peponapis* Robertson consta de especies de abejas que son oligolécticas del género *Cucurbita* y cuya distribución se extiende desde la provincia de Río Negro en Argentina hasta los Estados Unidos (Hurd & Linsley, 1966), siendo la especie *Peponapis fervens* la especie más austral y la única presente en nuestro país (Hurd & Linsley, 1967). Las abejas del género *Peponapis* son abejas solitarias que construyen sus nidos agregados en el suelo dentro de áreas o cultivos de *Cucurbita* y consumen polen y néctar de este género vegetal para alimentar a sus larvas (Hurd *et al.*, 1974).

Los métodos más comunes para el muestreo de insectos se pueden clasificar en activos y pasivos (Potts *et al.*, 2005; Westphal *et al.*, 2008). Entre los métodos activos, se encuentran la observación visual directa, el uso de red entomológica y el uso de aspiradores (Kearns & Inouye, 1993; Potts *et al.*, 2005; Droege, 2015). Algunos de los métodos pasivos son las trampas Malaise, de agua, de cebo, pegajosas (Kearns & Inouye, 1993; Dafni *et al.*, 2005; Droege, 2015), nidos trampa (Oliveira *et al.*, 2012), etc. La elección del método a aplicar dependerá del tipo de estudio que se pretenda realizar o del tipo de insectos que se desee coleccionar. Se ha comprobado que el uso de trampas de agua de colores (“pan traps” o “bowl traps”) es un método eficiente, imparcial y con una mejor relación costo-beneficio que otros (Droege, 2015; Gonzalez *et al.*, 2020; Marinozzi, 2023). Las trampas y el muestreo con redes

son métodos comúnmente empleados para el monitoreo de polinizadores, cada uno con ventajas y desventajas (McCravy, 2018; Thompson *et al.*, 2021). Las trampas de agua representan un método simple y rápido para capturar insectos voladores aprovechando el atractivo de colores específicos. El color de la trampa y el tamaño de los visitantes florales pueden influir en la eficacia de los muestreos (Krahner *et al.*, 2021). En el caso de los insectos que visitan las flores, el método de trampas de agua no registrará su importancia como polinizadores (Roulston *et al.*, 2007; Tuell & Isaacs, 2009; Gonçalves & Oliveira, 2013; Popic *et al.*, 2013; Joshi *et al.*, 2015).

El muestreo con red y la observación directa, en los que se identifican a los insectos en las flores, ofrecen la oportunidad de obtener información sobre las interacciones entre insectos y plantas y la potencial polinización. Ambos métodos, pueden tener sesgos hacia los tipos de insectos que se recolectan. Las trampas capturan insectos que tienen más probabilidades de ser atraídos o que caen accidentalmente. El muestreo con red atrapa insectos que el recolector puede detectar. Las especies más grandes, ruidosas y llamativas son fáciles de observar en los muestreos con red y observación directa, y pueden ser más difíciles de capturar con las trampas de agua (Thompson *et al.*, 2021). Grundel *et al.* (2011) y McCravy (2018) señalan que la utilización de red entomológica como método adicional de colecta ayuda a complementar los inventarios biológicos aunque suelen requerir más mano de obra que las trampas, que pueden tomar muestras durante días o semanas.

Como ya se dijo anteriormente, los polinizadores pueden favorecer el rendimiento de muchos cultivos. Entre los cultivos de importancia para la alimentación humana, se encuentran especies pertenecientes a la familia Cucurbitaceae. Esta familia está compuesta por 15 tribus con 95 géneros y aproximadamente 980 especies distribuidas mundialmente en las regiones tropicales y subtropicales, con mayor diversidad en el sudeste de Asia, África occidental, Madagascar y México (Schaefer & Renner, 2011a, b).

El género *Cucurbita* cuenta con especies en las cuales las flores masculinas y femeninas están separadas entre sí, pero sobre una misma planta, es decir, especies diclino monoicas. Como no hay producción de frutos por apomixis y en consecuencia no se producen semillas sin fertilización (Hojsgaard *et al.* 2014), las especies del género *Cucurbita* dependen totalmente de polinizadores para la formación de sus semillas y frutos (Ashworth *et al.*, 2009; Chacoff *et al.*, 2010). Además, el polen de este género es grande (diámetro de 180-200 μm en *C. pepo*), esférico y con microespinas, lo que acentúa aún más su dependencia de vectores bióticos para la polinización (Nepi & Pacini, 1993).

La especie ampliamente cultivada y originaria de América del Sur, *Cucurbita maxima* (Duch. ex Lam), presenta flores grandes, vistosas y con corolas gamopétalas, infundibuliformes, tanto las femeninas (pistiladas con estigma trífido y ovario ínfero) como las masculinas (estaminadas con estambres connatos) (Figura 1). Estas flores ofrecen néctar y/o polen como recompensas primarias y, además, perfume como recompensa secundaria para los polinizadores (Passarelli, 2002).

En nuestro país, las Cucurbitáceas se ubican entre los 10 cultivos dependientes de polinizadores de mayor producción por hectárea, alcanzando sólo los cultivos de *Cucurbita* un rendimiento de 14,56 toneladas/ha entre el 2005 y el 2007, y cuya producción disminuye más del 90% en ausencia de polinizadores (Chacoff *et al.*, 2010). Entre estos cultivos está el zapallo anco (*Cucurbita moschata*), zapallo de tronco (*C. maxima*) (Figura 1), zucchini (*C. pepo*), e híbridos y variedades de los mismos, además de melón (*Cucumis melo*), pepino (*C. sativus*) y sandía (*Citrullus lanatus*). Las Cucurbitáceas se cultivan en casi todo el país (excepto en Santa Cruz y Tierra del Fuego) con un área de producción de 39.357 ha a campo y 27,48 ha bajo cubierta, donde la provincia de Buenos Aires aportó el 12,2% de la producción a campo y el 27,8% de la producción bajo cubierta del país. Estos son datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario 2002 (CNA, 2002), ya que el último censo nacional realizado hasta la fecha (2018) presenta aún resultados preliminares y no se encuentran detallados para cada cultivo en particular.

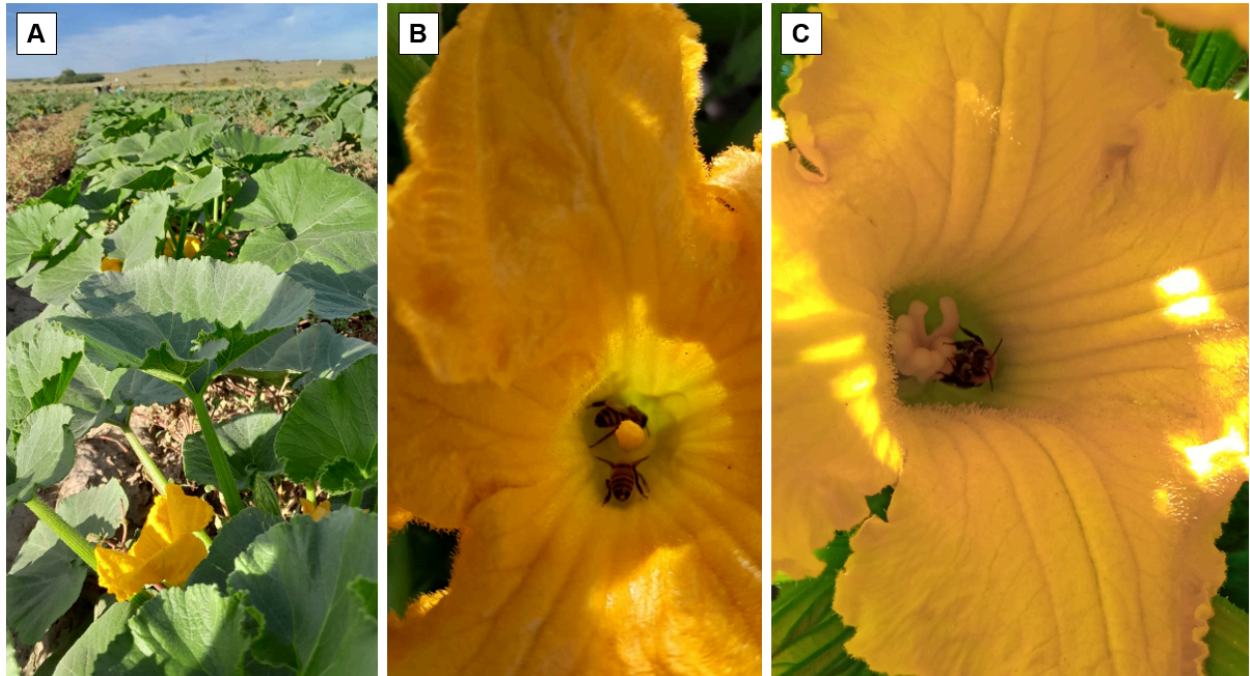


Figura 1. A: Plantas de *C. maxima* var zapallito. B: Flor masculina de zapallito con visitantes florales en su interior. C: Flor femenina de zapallito con un visitante floral.

El zapallo de tronco (*C. maxima*) necesita climas templado-cálidos y un periodo libre de heladas de 45 a 80 días. Las temperaturas de crecimiento mensuales óptimas son de 18 a 24 °C, con una máxima media de 32 °C y una mínima media de 10 °C. La temperatura del suelo ideal para la germinación es de 35 °C, con una máxima de 37 °C y una mínima de 12 °C. Los suelos deben ser preferentemente sueltos, bien drenados, ricos en fósforo, potasio y calcio, moderadamente tolerantes a la salinidad y a la acidez, y con un pH ideal de 5,5 a 6,8. Un exceso de nitrógeno, combinado con buena humedad y temperatura, hace que las flores masculinas sean mayoritarias, lo que afecta negativamente la producción (Del Pino, 2016).

En casi la totalidad de los lotes de producción de zapallo de tronco, se realiza siembra directa dada la gran sensibilidad de las plántulas al trasplante. Generalmente, se siembran 2 o 3 semillas por golpe (3 a 5 kilos de semilla por hectárea en siembra manual y 4 a 5 en siembra mecánica), variando según cada caso en particular. Por lo tanto, el raleo es una práctica de gran importancia para evitar la competencia y permitir un adecuado desarrollo de las plantas. Se recomienda dejar una, o a lo sumo dos, plantas por golpe de siembra. Al cosecharse como fruto inmaduro, su ciclo del cultivo es corto, rondando los 50-60 días. Si la zona presenta un período libre de heladas prolongado, se pueden realizar varias siembras escalonadas. El marco

de plantación depende de la forma de siembra. Si la siembra es manual, la distancia entre surcos es de 1 - 1,40 m y entre plantas de 0,5 - 0,6 m. Cuando la siembra es mecánica, la distancia entre surcos es de 0,70 y entre plantas es de 0,70 m aproximadamente. Se ha demostrado que un marco de plantación de 1,60 m reduce la competencia entre plantas, duplicando los rendimientos en comparación con distancias de 0,80 m. Por lo tanto, dependiendo de la situación, deben usarse siembras más o menos distanciadas (Del Pino, 2016).

En este cultivo se puede utilizar una técnica agrícola para acelerar o inducir el crecimiento de las plantas que se denomina “forzado”. La misma consiste en usar barandillas o túneles de polietileno con el objetivo de proteger al cultivo en una parte del ciclo y adelantar su cosecha. En Buenos Aires, la época de siembra es septiembre y, si se realiza un “forzado”, puede adelantarse a agosto. Luego de la siembra, se pueden efectuar controles mecánicos de malezas entre líneas (Del Pino, 2016).

Otra labor a tener en cuenta para favorecer el desarrollo del cultivo es su nutrición. La fertilización tiene incidencia en la floración: a mayor fertilización, mayor cantidad de flores. Con bajos niveles de N, P y K se retrasa la aparición de flores femeninas, el establecimiento de los frutos y la cosecha (Del Pino, 2016).

La cosecha se realiza periódicamente de forma manual entre 3 y 7 días después del cuajado de la flor, cuando los frutos tienen un diámetro de 5 a 10 cm. Se los acomoda en cajones y se los lleva hasta el punto de venta (Figura 2). El tiempo de cosecha dura un mes y medio aproximadamente. A medida que avanza la madurez del fruto, si no se cosecha, las semillas van completando su desarrollo, la placenta se torna más esponjosa, y el fruto adquiere un sabor más ácido. Al cosecharse como fruto inmaduro es importante eliminar los zapallitos que no sean aptos para la comercialización, dado que la presencia del fruto en la planta inhibe la producción de flores femeninas. (Del Pino, 2016).



Figura 2. A: recolección de zapallitos en cajones en el lote. B: cajón de zapallito en el punto de venta.

El rendimiento del cultivo de zapallito ronda entre 10 a 20 toneladas por hectárea aproximadamente. Si se implementa algún método de riego, ya sea por gravedad, por goteo u otro, se pueden alcanzar hasta 40 toneladas por hectárea. Experiencias en invernadero logran hasta 100 toneladas por hectárea, con densidades de 1,5 a 2 plantas por metro cuadrado. La tasa respiratoria es más alta en las etapas iniciales de crecimiento luego del cuajado y durante la maduración y, posterior a la cosecha, va disminuyendo. Su conservación es corta, por su alta tasa de respiración y también de deshidratación, por poseer una epidermis delgada. Se realiza con temperaturas entre 0 y 4 °C con 85-95 % de HR; bajo estas condiciones, se pueden conservar de 2 a 6 meses (Del Pino, 2016; Di Benedetto, 2005).

Dada la escasa bibliografía encontrada respecto a la polinización del cultivo de zapallitos y a la inexistencia de estudios que hayan sido realizados en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en este trabajo se propone estudiar la entomofauna y su impacto en el rendimiento de *C. maxima* var zapallito en la zona de Bahía Blanca.

Hipótesis

- Numerosas especies de insectos visitan el cultivo de *Cucurbita máxima* var. zapallito en el sudoeste bonaerense.
- La presencia de insectos polinizadores contribuye, mediante el servicio de polinización, a un aumento del rendimiento y a una mejora en la calidad del zapallito.

Objetivos

- Evaluar la presencia de diferentes especies de visitantes florales en el cultivo de *Cucurbita máxima* var. zapallito mediante el conteo de insectos capturados con trampas de agua.
- Determinar el efecto de los polinizadores sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de zapallito en el sudoeste bonaerense.

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en una quinta ubicada en la Ruta 35, km 44, partido de Tornquist, en el valle del río Sauce Chico, en cercanías de Nueva Roma (-38.49604907424999, -62.64910039899113) (Figura 3). La temperatura media anual de la zona es de 15.5 °C y la precipitación media anual es de 650 mm. Esta última se concentra principalmente durante la primavera y el otoño, destacándose octubre y marzo como los meses más lluviosos. Tiene un periodo de heladas desde el 7 de abril (fecha probable de la primera helada) hasta 7 de noviembre (fecha probable de la última helada) (Ferrelli, 2016).

Se utilizó un lote de *Cucurbita maxima* var. zapallito de 1930 m², distribuido en dos filas de plantas, con un total de 185 plantas por fila. La variedad utilizada fue Zapallito de Tronco Franco F1 de Basso®. La fecha de siembra fue el 5 de enero, colocando dos semillas por golpe cada 60 cm. El riego se realizó por gravedad una vez por semana. La fertilización se llevó a cabo aplicando fosfato diamónico 20 días después de la siembra y nitrógeno cerca de la floración.

En cercanías al lote de estudio, se colocaron colmenas de abeja melífera (*Apis mellifera*) con el objetivo de aumentar la cantidad de polinizadores disponibles para favorecer la polinización de los cultivos. El apiario 1 se encontraba a unos 450 m y estaba compuesto por un total de 40 colmenas. El apiario 2, se encontraba más cerca del cultivo a 100 m aproximadamente, y estaba compuesto por 7 colmenas (Figura 3).

El inicio de la floración ocurrió 38 días después de la siembra. Las visitas al lote se realizaron dos días consecutivos en cada semana durante parte de la floración del cultivo. La primera fue el día 20 de febrero del 2024 y las posteriores visitas al lote fueron los días 21, 27 y 28 de febrero, 5, 6, 12, 13 y 19 de marzo.



Figura 3. En el recuadro negro y punto amarillo se puede observar el lote de producción de zapallito. A: En el punto I se puede observar un apiario de 40 colmenas. B: En el punto II se puede observar un apiario de 7 colmenas.

Trampas de agua

Para capturar los visitantes florales se utilizaron trampas de agua de colores (Toler *et al.*, 2005; LeBuhn *et al.*, 2012; FAO, 2016; Buffington *et al.*, 2021, Marinozzi, 2023). Las mismas consistieron en vasos de plástico de colores de 180 ml que se colocaron dentro de cada fila cerca de las flores. Los vasos plásticos se sujetaron a varillas de hierro torsionado de 8 mm con un adaptador *ad hoc* que permitía regular su altura. A cada recipiente se le agregó aproximadamente 90 ml de agua con escamas de jabón blanco para romper la tensión superficial. Las trampas se dispusieron en zig-zag al costado de cada fila; cada una de las diez estacas tenía un vaso blanco y uno celeste (Figura 4). Una vez por semana, se colocó el agua a las 11:00 h (-3 GMT) de la mañana y se recolectó la muestra a la misma hora del día siguiente; es decir, que las trampas permanecieron activas por 24 h. Las muestras de insectos obtenidas fueron etiquetadas y se conservaron en freezer hasta el día de la clasificación. En el laboratorio, se contabilizaron los ejemplares correspondientes a los órdenes de visitantes

florales: Coleoptera, Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera, mencionados en la bibliografía como los más relevantes (Proctor & Yeo, 1973; Barth, 1991).



Figura 4. Trampas de agua ubicadas cerca de las flores, con un vaso celeste y otro blanco.

Evaluación de rendimiento

Para evaluar el efecto de los polinizadores sobre el rendimiento, se aplicaron tres tratamientos: polinización restringida (PR), polinización parcial (PP) y polinización libre (PL). Para cada tratamiento, en cada fecha de muestreo, se identificaron 25 flores femeninas en preantesis (en estado de pimpollo) que se estimó que abrirían al día siguiente (Figura 5). Las flores de los tratamientos PP y PR se cubrieron con bolsas de organza (tejido ligero y transparente hecho de poliéster) de 18 x 28 cm.



Figura 5. Grupo de pimpollos femeninos y masculinos en diferente estado.

El tratamiento de polinización restringida consistió en cubrir las flores desde preantesis hasta el día de cosecha (Figura 6). El objetivo de este tratamiento fue evitar la visita de polinizadores (control), para verificar que ante la ausencia de los mismos no se produce el cuajado del fruto (Figura 6).



Figura 6. Pimpollo femenino próximo a abrir, seleccionado para tratamiento de polinización restringida, cubierto por una bolsa de organza.

Para el tratamiento de polinización parcial, al igual que el tratamiento anterior, se cubrieron flores en preantesis (Figura 6). Al día siguiente se destapó una flor (abierta esa misma mañana) y se esperó a que ingrese un visitante floral. Luego de que el mismo abandonara la flor, se volvió a colocar la bolsa para evitar una nueva visita. Esto se repitió con cada una de las flores del tratamiento. Se consideró que el polinizador realizó una visita siempre y cuando hubiera estado en contacto con el estigma de la flor; si el polinizador solo se posó en la corola, no se contó como visita (Ramello, 2021). De esta manera se permitió que la flor complete su ciclo para verificar posteriormente el resultado de la visita floral; es decir, el cuajado o no del fruto.

En el tratamiento de polinización libre, las flores en preantesis fueron marcadas pero no se cubrieron con bolsas. Esto permitió que las flores fueran visitadas por los insectos sin ningún impedimento.

La cosecha de los frutos, como así también aquellas flores que abortaron, fue realizada el séptimo día posterior a la colocación de las bolsas. Los frutos fueron trasladados al laboratorio para analizar algunos parámetros de rendimiento: peso, diámetro ecuatorial y altura (Figura 7). En cada uno de los tratamientos se determinó el porcentaje de cuajado de frutos. El peso de

los frutos se midió con una balanza digital de precisión (hasta cuatro decimales) marca PRECISION EL5-LB. Para medir el diámetro y el alto de cada fruto, se utilizó un calibre digital de mano marca ROK (0 - 150 mm).

Los datos de recuento de insectos fueron transformados a su raíz cuadrada. Tanto los datos de los parámetros de rendimiento como los recuentos de insectos fueron sometidos al análisis de la varianza (ANOVA) y, en caso de detectar diferencias, las medias fueron comparadas mediante la prueba de LSD Fisher. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

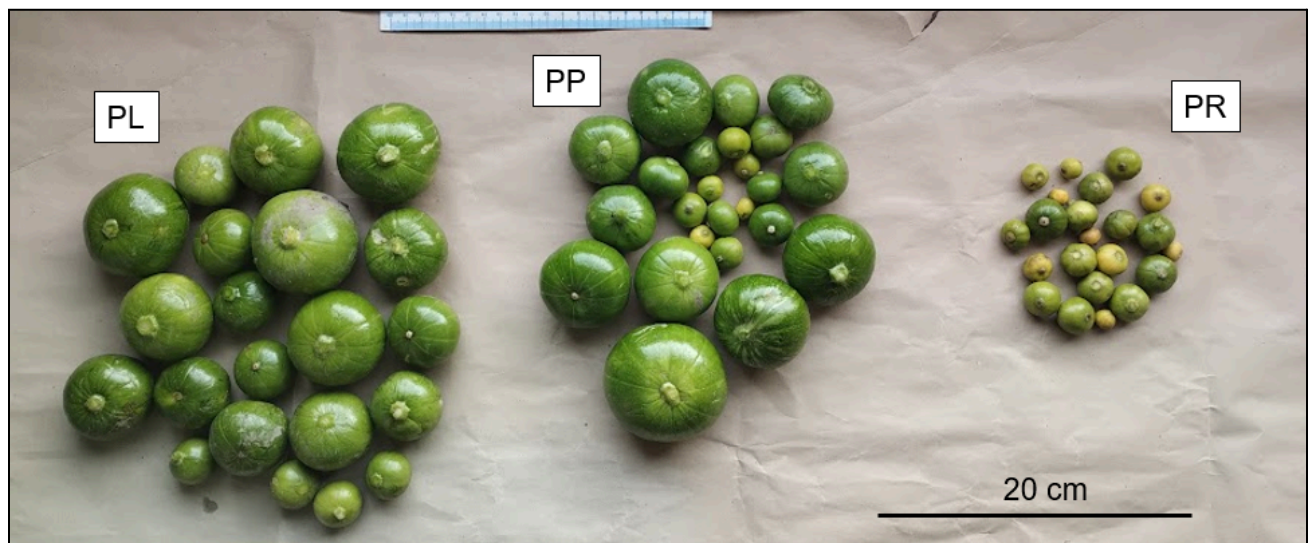


Figura 7. Muestras recolectadas de los tres tratamientos: polinización libre (PL), polinización parcial (PP) y polinización restringida (PR).

Resultados y discusión

Trampas de agua

En las cuatro fechas de muestreo se recolectaron un total de 145 insectos. Tanto en las trampas celestes como en las blancas (Figura 8), se observó que más del 50% de los insectos capturados pertenecían al orden Hymenoptera. El segundo orden en importancia fue Coleoptera seguido por Lepidoptera. Los ejemplares pertenecientes al orden Diptera se capturaron sólo en las trampas celestes y en muy bajo porcentaje.

De los 105 insectos del orden Hymenoptera que fueron recolectados, sólo seis fueron de la especie *Apis mellifera*, y cinco de ellos se recolectaron en trampas de color blanco. Otros estudios donde contabilizaron captura de abeja melífera, también concluyeron que estas prefirieron las trampas blancas sobre las de otros colores (Tuell *et al.*, 2009; Gollan *et al.*, 2011; Rodríguez-Saona *et al.*, 2012; Heneberg & Bogusch, 2014; Moreira *et al.*, 2016). El 52% del orden Hymenoptera, lo integraron los Eucerinae, incluyendo machos y hembras de las siguientes especies: *Peponapis fervens*, *Thygater analis* y *Melissodes* sp. Otro grupo de ejemplares muestreados correspondió a la familia Halictidae, representando el 28% del orden. Según Tuell *et al.* (2009), las trampas de agua de colores eliminan el sesgo del recolector y permiten una identificación precisa; pero, a su vez, pueden estar condicionadas hacia ciertos taxones y, además, no permiten determinar las flores visitadas.

De los treinta insectos recolectados del orden Coleoptera, el 73% correspondió a la especie *Astylus atromaculatus* o “7 de oro”. Este insecto es un consumidor oportunista de polen que utiliza diversas fuentes disponibles, como por ejemplo, los híbridos de girasol. En ese cultivo que posee flores perfectas (hermafroditas), según el grado de autocompatibilidad, este insecto podría actuar como polinizador (Nicolson & Human, 2013; Torretta, et al., 2010). Sin embargo, en especies diclino-monoicas como las Cucurbitáceas, no es posible afirmar que este insecto contribuya a la polinización si no se confirma su vuelo desde la flor masculina a la femenina. Dado que en este estudio sólo se lo observó en las flores masculinas consumiendo polen, incluso podría inferirse una acción perjudicial para este cultivo.

Por último, los órdenes Lepidoptera, Diptera y otros sólo abarcaron el 7% del total. Es decir, solo 10 insectos de 145 recolectados. Dentro del orden Lepidoptera se encontraron polillas, como *Manduca* sp. “polilla halcón” y *Rachiplusia nu* “oruga medidora”.

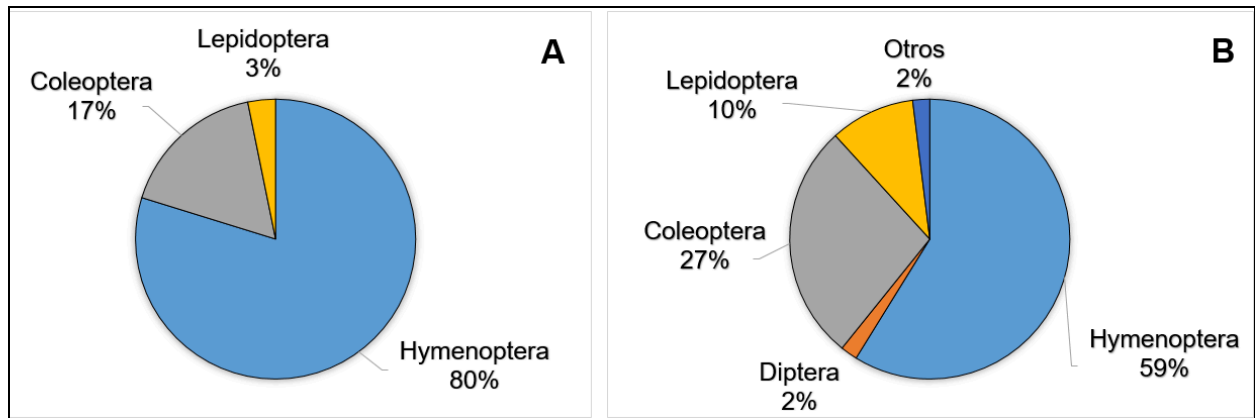


Figura 8. Porcentaje de los órdenes de insectos capturados con trampas de agua en un cultivo de *Cucurbita máxima* var, zapallito en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. A: Trampas de color celeste; B: Trampas de color blanco.

La metodología aplicada en el tratamiento PP permitió registrar las especies de polinizadores que visitaron las flores cuando se retiraron las bolsas. A diferencia de las trampas de agua donde se registraron pocas capturas de la abeja melífera, en el tratamiento de polinización parcial se observó que de un total de 99 visitas, 69 fueron de *Apis mellifera*, 13 de *Thygater* sp., ocho de *Peponapis fervens* hembra, cuatro de *Polybia* sp., tres de *Svastra* sp. y dos de *Xylocopa* sp.

Evaluación de rendimiento

En todas las variables cuantificadas (peso, altura y diámetro), se encontraron diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos ($p < 0.01$). Con respecto al peso, los valores promedios fueron 4.24 g para PR, 28,46 g para PP y 62,69 g PL (Figura 9). En lo que se refiere al diámetro; para el tratamiento PR la media fue de 19,9 mm, para PP 32,2 mm y para PL 48 mm (Figura 10). Con respecto a la altura; para el tratamiento PR, la media fue de 16,28 mm, para PP 24,96 mm y para PL 35,54 mm (Figura 11).

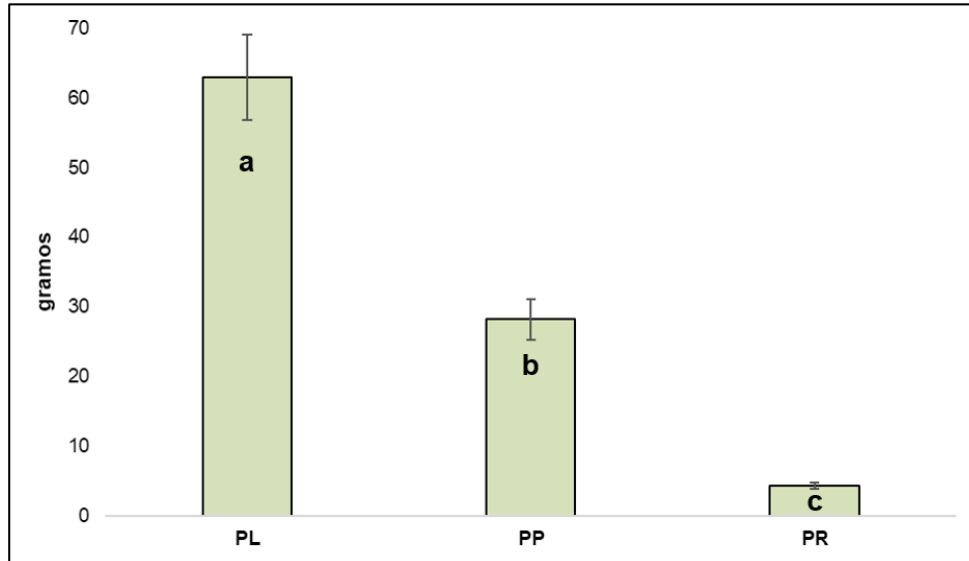


Figura 9. Peso promedio del fruto para los tres tratamientos, polinización libre (PL), polinización parcial (PP) y polinización restringida (PR) junto a su error estándar. Letras iguales indican que no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los pesos de los tres tratamientos.

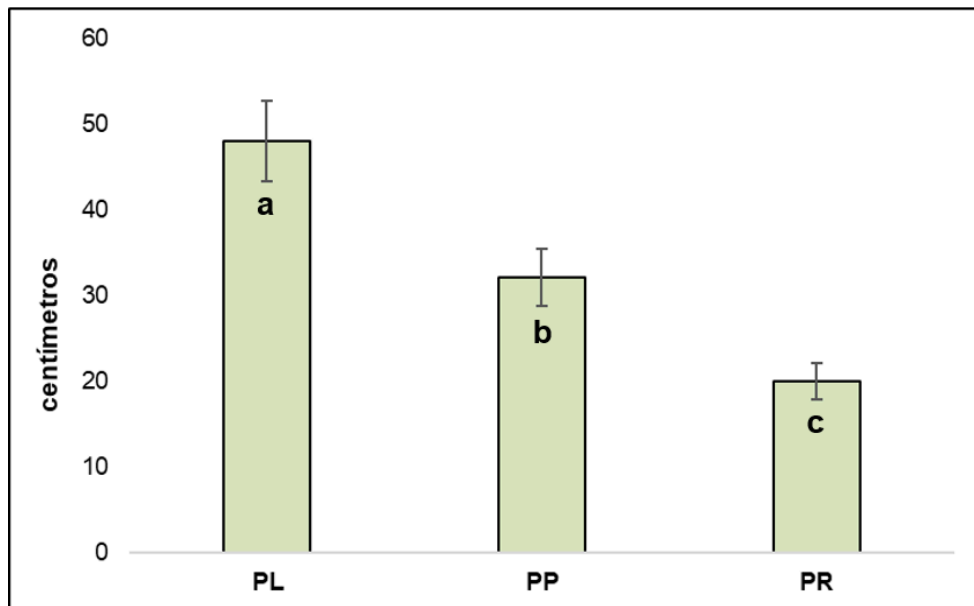


Figura 10. Diámetro promedio del fruto para los tres tratamientos, polinización libre (PL), polinización parcial (PP) y polinización restringida (PR) junto a su error estándar. Letras iguales indican que no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los diámetros de los tres tratamientos.

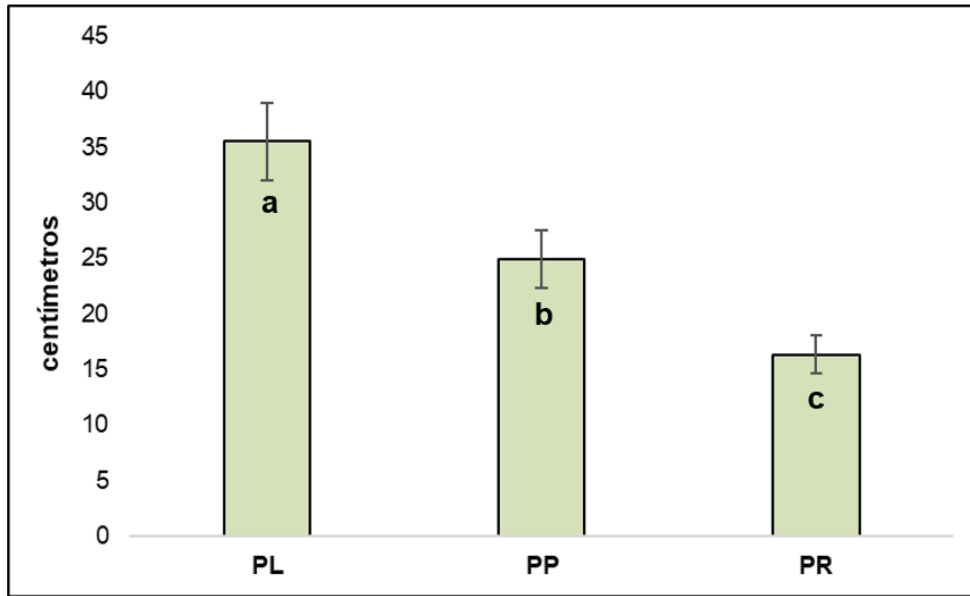


Figura 11. Altura promedio del fruto para los tres tratamientos, polinización libre (PL), polinización parcial (PP) y polinización restringida (PR) junto a su error estándar. Letras iguales indican que no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las alturas de los tres tratamientos.

Como era de esperarse, el tratamiento PR no produjo ningún fruto cuajado ya que las flores no fueron polinizadas por insectos (Ramello, 2021). Los ovarios de las flores sin cuajar tuvieron un peso máximo de 12 g (Figura 12), una altura máxima de 24 mm (Figura 13) y un diámetro de 29 mm (Figura 14). Tomando en cuenta estos valores, se consideró que todos los “frutos” que estuvieran por debajo de estos parámetros eran frutos sin cuajar. Una vez aplicado este criterio, se realizaron nuevos análisis estadísticos, ya que, de las 288 flores muestreadas sólo 112 cuajaron: 31 de polinización parcial y 81 de polinización libre. No se observaron diferencias significativas entre el tratamiento polinización parcial vs polinización libre para ninguno de los parámetros analizados (peso, diámetro y altura) cuando se tomaron en cuenta sólo los frutos cuajados ($p > 0.05$).

A pesar de que no se observaron diferencias estadísticas para los parámetros de rendimiento entre los frutos cuajados, en el tratamiento PP la probabilidad de éxito fue del 33% (31 cuajados/95 total). Es decir, de cada tres visitas de un polinizador sólo una produjo un fruto. Para el tratamiento de PL, la probabilidad de éxito fue del 77% (81 cuajados/105 total). Los frutos que no cuajaron probablemente fueron abortados naturalmente, ya sea por factores ambientales y/o estrés, problemas de polinización, deficiencias nutricionales, factores genéticos

o enfermedades y plagas (Della Gaspera & Portela, 2021). En el tratamiento PL uno de los factores ambientales que podría haber afectado considerablemente el cuajado es la cantidad de días nublados. Según Del Pino (2016), se asocian generalmente a días más tormentosos, fríos, ventosos y de mayor humedad relativa, factores que bajan la actividad de los insectos polinizadores disminuyendo también el número de frutos cuajados. Además de estas condiciones ambientales, el acceso restringido de los insectos llevaron a una polinización deficiente lo que aumentó drásticamente el porcentaje de frutos sin cuajar en el tratamiento PP.

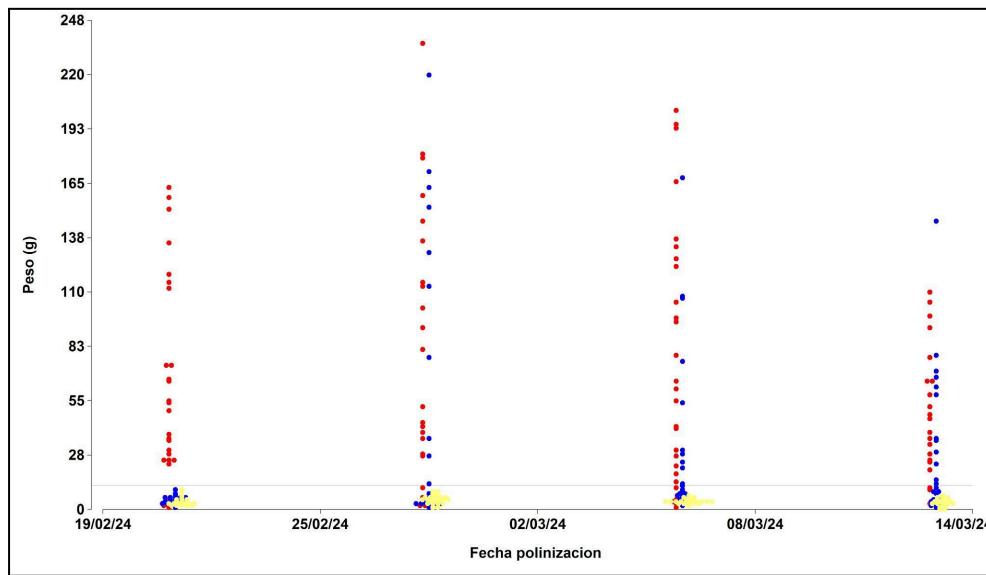


Figura 12. Peso de los frutos cosechados en cada fecha de muestreo. El color amarillo representa los frutos del tratamiento Polinización Restringida, el color rojo Polinización Libre y el color azul Polinización Parcial. La línea horizontal divide los frutos cuajados (pesos mayores a 12 g), de los no cuajados (menores de 12 g).

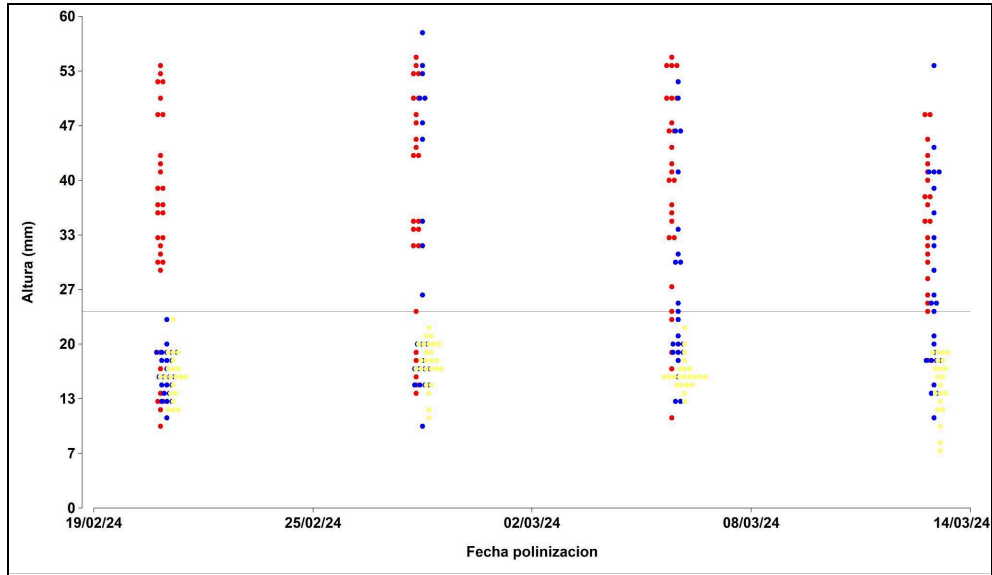


Figura 13. Altura de los frutos cosechados en cada fecha de muestreo. El color amarillo representa los frutos del tratamiento Polinización Restringida, el color rojo Polinización Libre y el color azul Polinización Parcial. La línea horizontal divide los frutos cuajados (alturas mayores 24 mm), de los no cuajados (menores de 24 mm).

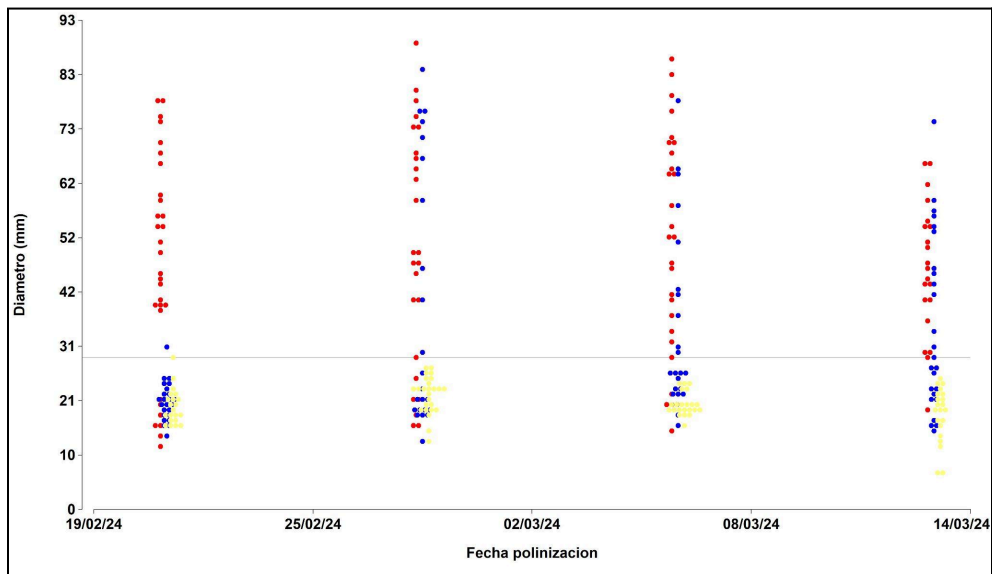


Figura 14. Diámetro de los frutos cosechados en cada fecha de muestreo. El color amarillo representa los frutos del tratamiento Polinización Restringida, el color rojo Polinización Libre y el color azul Polinización Parcial. La línea horizontal divide los frutos cuajados (diámetros mayores 29 mm), de los no cuajados (menores de 29 mm).

Conclusiones

- Numerosas especies de insectos pecorearon en las flores de *Cucurbita maxima* en el área de estudio. Los himenópteros fueron el grupo más representado, comprendiendo numerosas especies de la superfamilia Apoidea y dentro de ellos el principal polinizador fue la abeja melífera.
- Los resultados de este trabajo muestran que la visita de insectos polinizadores en el cultivo de zapallo de tronco mejoró el peso, la altura y el diámetro de los frutos.
- Una sola visita de un polinizador no es suficiente para garantizar el mayor porcentaje de cuajado de los frutos y así obtener el máximo rendimiento en un cultivo de zapallito.
- Este trabajo puede ser útil como punto de partida para evaluar la importancia de los polinizadores y así, incentivar un manejo del cultivo que tome en consideración el valor de la presencia de estas especies en el sudoeste bonaerense.

Bibliografía consultada

- Ashworth, L., Quesada, M., Casas, A., Aguilar, R., & Oyama, K. (2009).** Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142: 1050–1057.
- Barth, F. G. (1991).** *Insects and flowers: the biology of a partnership*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. Pp 408.
- Buffington, M. L., Garretson, A., Kula, R. R., Gates, M. W., Carpenter, R., Smith, D. R., & Kula, A. A. (2021).** Pan trap color preference across Hymenoptera in a forest clearing. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169(3), 298-311.
- Calderone, N.W. (2012).** Insect pollinated crops, insect pollinators, and US Agriculture: Trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009. *PLoS ONE* 7(5): e37235. doi:10.1371/journal.pone.0037235
- Censo Nacional Agropecuario (2002).** (CNA'02) INDEC. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>
- Chacoff, N.P., Morales, C.L., Garibaldi, L.A., Ashworth, L., & Aizen, M.A. (2010).** *Pollinator dependence of Argentinean agriculture: current status and temporal analysis*. *American Journal of Plant Sciences*, Pp: 106-116.
- Dafni, A., Kevan, P. G., & Husband, B.C. (2005).** *Practical pollination biology*. Cambridge, Ontario: Enviroquest. Pp: 590.
- Delaplane, K.S., Mayer, D.R., & Mayer, D.F. (2000).** *Crop pollination by Bees*. Cabi. ISBN: 085199783X, 9780851997834. Pp: 352.
- Della Gaspera, P., & Portela, J. A. (2021).** Main factors influencing floral differentiation and fruit establishment in squash (*Cucurbita* spp.)= Principales factores que influyen en la diferenciación floral y el cuaje de frutos en zapallo (*Cucurbita* spp.).
- Del Pino, A. M. (2016).** *Guía Didáctica: cultivo y manejo de cucurbitáceas: parte especial: zapallos y zapallitos*.
- Di Benedetto, A. (2005).** *Manejo de cultivos hortícolas*. Ed. Orientación.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2018).** *Infostat versión 2018*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Droege, S. (2015).** *The Very Handy Manual: How to Catch and Identify Bees and Manage a Collection*. Consultado en junio del 2024: <http://bio2.elmira.edu/fieldbio/beemanual.pdf>
- FAO, (2016).** *Protocol to Detect and Monitor Pollinator Communities. Guidance for Practitioners*. ISBN 978-92-5-108978-1. Pp 54.
- Ferrelli, F. (2016).** Análisis del clima local y micro-local de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Geográfica digital*, 13(26), 1-6.

Free, J. B., (1970). *Insect pollination of crops*. Pp: 349-354.

Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Carvalheiro, L.G., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Greenleaf, S.S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Potts, S.G., Ricketts, T.H., Szentgyorgyi, H., Viana, B.F., Westphal, C., Winfree, R., Klein, A.M. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14: 1062-1072.

Garibaldi, L.A, Steffan-Dewenter, I., Winfree R., Aizen, M.A, Bommarco R., Cunningham, S.A., Kremen C., Carvalheiro L.G, Harder, L.D., Afik O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Freitas, B.M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S.K., Kennedy, C.M., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Motzke, I., Munyuli, T. Nault, B.A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S.G., Rader, R., Ricketts, T.H., Rundlöf, M., Seymour, C.L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C.H., Viana, B.F., Wanger, T.C., Westphal, C., Williams, N., Klein, A.M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339: 1608-1611.

Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., Kuhlmann, M., Kleijn, D., Klein, A. M., Kremen, C., Morandin, L., Scheper, J. and Winfree, R. (2014). From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12: 439– 447.

Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B.G., Hipólito J., Freitas, B.M., Ngo, H.T., Azzu, N., Sáez, A., Åström, J., An, J., Blochtein, B., Buchori D., Chamorro García, F.J., Oliveira da Silva, F., Devkota, K., de Fátima Ribeiro, M., Freitas, L., Gaglianone, M.C., Goss, M., Irshad M., Kasina, M., Pacheco Filho, A.J.S., Piedade Kiill, L.H., Kwapong, P., Parra, G.N., Pires, C., Pires, V., Rawal, R.S., Rizali, A., Saraiva, A.M., Veldtman, R., Viana, B.F., Witter, S., Zhang, H. (2016). Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351: 388-391.

Gollan, J. R., Ashcroft, M. B. & Batley, M. (2011). Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). *Australian Journal of Entomology*, 50(2), 174-178.

Gonçalves, R. B., & Oliveira, P. S. (2013). Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. *J. Insect Biodiver.* 1: 1–9.

Gonzalez, V. H., Osborn, A. L., Brown, E. R., Pavlick, C. R., Enríquez, E., Tscheulin, T., Petanidou, T., Hranitz, J. M., & Barthell, J. F. (2020). Effect of pan trap size on the diversity of sampled bees and abundance of bycatch. *Journal of insect conservation*, 24, 409-420.

Grundel, R., Frohnapple, K. J., Jean, R. P., & Pavlovic, N. B. (2011). Effectiveness of bowl trapping and netting for inventory of a bee community. *Environmental Entomology*, 40(2), 374-380.

- Haedo, J. P., Stalldecker, P., & Marrero, H. J. (2017).** Plantas nativas del sudoeste bonaerense potencialmente útiles para la conservación de los polinizadores en agroecosistemas.
- Heneberg, P., & Bogusch, P. (2014).** To enrich or not to enrich? Are there any benefits of using multiple colors of pan traps when sampling aculeate Hymenoptera? *Journal of Insect Conservation*, 18(6), 1123-1136.
- Hojsgaard, D, Klatt, S., Baier, R., Carman, J.G., & Hörandl, E. (2014).** Taxonomy and biogeography of apomixis in angiosperms and associated biodiversity characteristics. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33: 414-427
- Hurd, P.D., & Linsley, E.G. (1964).** The squash and gourd bees-genera *Peponapis* Robertson and *Xenoglossa* Smith inhabiting America north of Mexico (Hymenoptera: Apoidea). *Hilgardia*, 35: 375-477.
- Hurd, P.D., & Linsley, E.G. (1966).** The Mexican squash and gourd bees of the genus *Peponapis* (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 59(4): 835-851.
- Hurd, P.D., & Linsley, E.G. (1967).** South American squash and gourd bees of the genus *Peponapis* (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 60(3): 647-661.
- Hurd, P.D., Linsley, E.G., & Michelbacher, A.E. (1974).** Ecology of the squash and gourd bee, *Peponapis* pruinosa, on cultivated cucurbits in California (Hymenoptera: Apoidea). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 168: 1-17.
- Hurd, P.D., Linsley, E.G., & Whitaker, T.W. (1971).** Squash and gourd bees (*Peponapis*, *Xenoglossa*) and the origin of the cultivated *Cucurbita*. *Evolution*, 25: 218-234.
- Joshi, N. K., Leslie, T., Rajotte, E. G., Kammerer, M. A., Otieno, M., & Biddinger, D. J. (2015).** Comparative trapping efficiency to characterize bee abundance, diversity, and community composition in apple orchards. *Annals of the Entomological Society of America*, 108(5), 785– 799.
- Kearns, C. A. & Inouye, D. W. (1993).** *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado. Pp 583. ISBN: 9780870812798
- Kevan, P. G. (2008).** Pollination and Flower Visitation. In: Capinera, J.L. (eds) *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_3027
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007).** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B* 274: 303–313.
- Krahner, A., Schmidt, J., Maixner, M., Porten, M., & Schmitt, T. (2021).** Evaluation of four different methods for assessing bee diversity as ecological indicators of agro-ecosystems. *Ecological Indicators*, 125, 107573.
- LeBuhn, G., Droege, S., Connor, E.F., Gemmill-Herren, B., Potts, S.G., Minckley, R. L., Griswold, T., Jean, R., Kula, E., Roubik, D. W., Cane, J., Wright, K. W., Frankie, G. &**

- Parker, F. (2012).** Detecting insect pollinator declines on regional and global scales. *Conservation Biology*, 27 (1), 113–120. DOI:10.1111/j.1523-1739.2012.01962.x
- Marinozzi, L. A. (2023).** Polinización y polinizadores de colza y especies espontáneas de Brassicaceae: su incidencia en la producción. Tesis de Doctorado. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Pp 130.
- McCrary, K. W. (2018).** A review of sampling and monitoring methods for beneficial arthropods in agroecosystems. *Insects*, 9(4), 170.
- Michener, C.D. (2007).** *The Bees of the World* [2nd Edition]. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Pp: 953.
- Moreira, E. F., Santos, R. L. D. S., Penna, U. L., Angel-Coca, C., de Oliveira, F. F. & Viana, B. F. (2016).** Are pan traps colors complementary to sample community of potential pollinator insects? *Journal of Insect Conservation*, 20(4), 583-596.
- Müller A., Diener, S., Schnyder, S., Stutz, K., Sedivy, C., & Dornet, S. (2006).** Quantitative pollen requirements of solitary bees: Implications for bee conservation and the evolution of bee–flower relationships. *Biological conservation*, 130: 604–615.
- Nepi, M., & Pacini, E. (1993).** Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. *Annals of Botany*, 72: 527–536.
- Nicolson, S.W. & Human, H. (2013).** Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*, 44(2), 144-152. DOI: 10.1007/s13592-012-0166-5.
- Nicholls, C.I. & Altieri, M.A. (2012).** Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 257-274.
- Oliveira, R. C., Menezes, C., Egea, S. A. E. & Imperatriz, F. V. L. (2012).** Trap-nest for stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 44, 29-37.
- Park M.G., Orr M.C., & Danforth B.N. (2010).** The role of native bees in apple pollination. *New York Fruit Quarterly*, 18: 21-25.
- Passarelli, L. (2002).** Importancia de *Apis mellifera* L. en la producción de *Cucurbita maxima* Duch. (Zapallito de tronco). *Investigación agraria. Producción y protección vegetal*, 17: 5-13.
- Popic, T. J., Davila, Y. C., & Wardle, G. M. (2013).** Evaluation of common methods for sampling invertebrate pollinator assemblages: net sampling out-perform pan traps. *PLoS ONE* 8: e66665
- Potts, S. G., Kevan, P. G. & Boone, J. W. (2005).** Conservation in pollination: collecting, surveying and monitoring. In: A. Dafni, P. G. Kevan & B. C. Husband (Eds.). *Practical Pollination Biology*. Enviroquest, Ltd. Canada. Pp: 401-434.
- Proctor, M., & Yeo, P. (1973).** *The Pollination of Flowers*. Timber Press, Portland, Oregon, U.S.A. Pp 479.

- Ramello, P. J. (2021).** Importancia de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) en la polinización de cultivos de cucurbitáceas (Cucurbitaceae) en el área productiva del Cinturón Hortícola Platense. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Pp: 181.
- Rodriguez-Saona, C. R., Byers, J. A., & Schiffhauer, D. (2012).** Effect of trap color and height on captures of blunt-nosed and sharp-nosed leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) and nontarget arthropods in cranberry bogs. *Crop Protection*, 40, 132-144.
- Roulston, T. A. H., Smith, S. A., & Brewster, A. L. (2007).** A comparison of pan trap and intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera: Apiformes) fauna. *J. Kans. Entomol.*, 80, 179–181.
- Roulston, T.A.H. & Goodell, K. (2011).** The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual review of entomology*, 56: 293-312.
- Schaefer, H., & Renner, S.S. (2011) a.** Cucurbitaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). *Families and Genera of Vascular Plants -Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae*. Springer, Berlin, 10: 112–174.
- Schaefer, H., & Renner, S.S. (2011) b.** Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). *Taxon*, 60(1): 122-138.
- Sidhu, C.S & Joshi, N.K. (2016).** Establishing wildflower pollinator habitats in agricultural farmland to provide multiple ecosystem services. *Frontiers in Plant Science*, 7:363
- Thompson, A., Frenzel, M., Schweiger, O., Musche, M., Groth, T., Roberts, S. P., Tiffany, M. K., & Knight, T. M. (2021).** Pollinator sampling methods influence community patterns assessments by capturing species with different traits and at different abundances. *Ecological Indicators*, 132, 108284.
- Toler, T. R., Evans, E. W. & Tepedino, V. J. (2005).** Pan-trapping for bees (Hymenoptera: Apiformes) in Utah's West Desert: the importance of color diversity. *Pan Pacific Entomologist*, 81(3-4), 103-113.
- Torretta, J. P., Medan, D., Roig Alsina, A., & Montaldo, N. H. (2010).** Visitantes florales diurnos del girasol (*Helianthus annuus*, Asterales: Asteraceae) en la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(1-2), 17-32.
- Tuell, J. K., & Isaacs, R. (2009).** Elevated pan traps to monitor bees in flowering crop canopies. *Entomol. Exp. Appl.*, 131, 93–98.
- Wcislo, W.T., & Cane, J.H. (1996).** Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: poidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.*, 41: 257-286.
- Westphal, C., Bommarco, R., Carré, G., Lamborn, E., Morison, N., Petanidou, T., Potts, S., Roberts, S. P. M., Szentgyörgyi, H., Tscheulin, T., Vaissière, B., Woyciechowski, M., Biesmeijer, J. C., Kunin, W. E., Settele, J., & Steffan-Dewenter, I. (2008).** Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs*, 78(4), 653-671.

Winfree, R., Williams, N. M., Gaines, H., Ascher, J.S. & Kremen, C. (2008). Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, 45: 793-802.