

USO DE POLINIZADORES Y REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA EL CUAJADO EN PERALES

Bruno Carra¹, Maximiliano Dini¹, Julio Pisano¹, y Marcelo Falero¹, Danilo Cabrera¹

¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola, Estación Experimental INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay, bcarra@inia.org.uy, mdini@inia.org.uy, jpisano@inia.org.uy, mfalero@inia.org.uy; dcabrera@inia.org.uy

Palabras clave: *Pyrus communis*, compatibilidad, fructificación efectiva, aminoetoxivinilglicina, giberelinas.

Introducción

El peral (*Pyrus spp.*) es originario de Europa y Asia siendo ampliamente cultivado en el mundo, con una producción de 23,9 millones de toneladas en el año de 2019 (FAOSTAT, 2021). La producción uruguaya abarca 628 hectáreas según el Registro Nacional Frutihortícola (RNFH) realizado en junio de 2020 (Escanda, 2021). Prácticamente, en su totalidad, se cultivan perales del tipo europeo (*Pyrus communis* L.) y el cultivar más plantado en Uruguay es 'Williams' (90%). La mayoría de los montes en Uruguay son manejados sin la utilización de cultivares polinizadores (partenocarpia). La producción de pera en los últimos años no ha sido estable, existiendo diversos factores que están influenciando, entre ellos las condiciones climáticas, el conocimiento de la mejor combinación de cultivar/portainjerto, el bajo cuajado, entre otros.

El bajo cuajado puede ser atribuido a diversas causas, entre ellas las condiciones climáticas [baja acumulación de frío en el invierno, excesos de lluvia, días nublados (baja luminosidad), altas y bajas temperaturas], ausencia de cultivares polinizadores, desequilibrio hormonal, nutrición, entre otros.

De modo general, los perales son clasificados como auto-estériles o auto-incompatibles, necesitando polinización cruzada (Sezerino, 2014). El peral 'Williams' tiene la capacidad de producir frutos por partenocarpia (frutos sin semilla), pero para eso, se deben dar algunas condiciones climáticas que sean favorables a este proceso. La formación de frutos partenocárpicos ocurre cuando la temperatura promedio durante la floración es de 21-29°C (Moran, 2016). Estas temperaturas algunos años no ocurren en Uruguay durante la floración de los perales, por lo que, entre otros factores, el cuajado de frutos partenocárpicos es bajo.

El uso de cultivares polinizadores puede ser una de las opciones para futuros montes de perales a ser implantados en Uruguay. Para eso, algunos aspectos deben ser atendidos para permitir una correcta polinización cruzada, siendo necesario la plantación de cultivares polinizadores que presenten, además de compatibilidad, una coincidencia en el período de floración con el cultivar de interés. Además, se recomienda un 10-12% de plantas polinizadoras en los montes (Faoro y Brighenti, 2006) y una sincronización de floración entre los cultivares del 50-60% (Soltész, 1996; Soltész, 2003).

Además del efecto positivo en el cuajado de perales (Sezerino, 2014; Sezerino y Orth, 2015; Luz et al., 2017), el uso de cultivares polinizadores en perales afecta positivamente la calidad de fruto. Morya et al. (2005) observaron que en la mayoría de los cultivares de perales europeos, los frutos sin semillas son más pequeños, con menor contenido de sólidos solubles totales, la mayoría presenta deformaciones y alta relación altura/diámetro en comparación con frutos bien polinizados. Denardi y Stuker (2008) mencionan que es necesario formar al menos una semilla en cada uno de los cinco carpelos para asegurar la formación de frutos simétricos con desarrollo

normal. Según Recasens (1990) y White et al. (1990), cuanto mayor sea el número de semillas por fruto, mayor será el tamaño de estos frutos, ya que existe una correlación lineal entre estas características.

Debido a una polinización inadecuada, por falta de cultivares polinizadores, condiciones climáticas desfavorables, entre otros motivos, el cuajado del peral puede obtenerse mediante el uso de reguladores de crecimiento. Entre las sustancias que actúan sobre el cuajado, se pueden citar las giberelinas, el thidiazurom, y la aminoetoxivinilglicina que estimulan diferentes procesos metabólicos y fisiológicos en las plantas, como la división y diferenciación celular, la translocación de sustancias, la síntesis de etileno en la zona de abscisión del fruto entre otros, pudiendo así proporcionar un aumento del cuajado de frutos (fructificación efectiva) (Petri et al., 2010; Carra et al., 2021). Sin embargo, algunos de los reguladores de crecimiento encarecen la producción y a menudo reducen la calidad de la fruta producida (principalmente por deformación de los frutos)

El objetivo del estudio fue evaluar la biología reproductiva de distintos cultivares de perales de baja a alta exigencia de frío invernal y el uso de distintos cultivares polinizadores para incrementar el cuajado de los perales, además del uso de reguladores de crecimiento para incrementar el cuajado en las condiciones climáticas de Uruguay.

Material y métodos

Los ensayos referentes al uso de cultivares polinizadores fueron realizados en la zafra 2020/2021, en montes de perales en la Estación Experimental de INIA Las Brujas, Rincón del Colorado, Canelones, Uruguay. Por otro lado, los ensayos con reguladores de crecimiento fueron realizados en montes de productores localizados en Rincón del Colorado y en Juanico en el departamento de Canelones, Uruguay. En el presente documento apenas uno de los ensayos con reguladores de crecimiento va a ser presentado.

En los ensayos de polinización fueron utilizados perales 'Williams', 'Williams Precoz' injertados sobre portainjerto OH×F 333 en sexta hoja y novena hoja, respectivamente; perales 'Rocha' injertados sobre el portainjerto BA29 (membrillero) en séptima hoja; y perales 'Etrusca' injertadas sobre *Pyrus calleryana*. Los cruzamientos controlados fueron realizados entre los días 10 de setiembre y 20 de octubre de 2020 y consistieron en: 1) Sin emasculación y sin polinizar (Auto polinización espontánea); 2) Auto polinización forzada (con emasculación y polinización con el mismo cultivar); 3) Emasculadas "Partenocarpia" (flores emasculadas y sin polinización) para todos los cultivares estudiados, seguidos por diferentes fuentes de polen que fueron para 'Williams': 4) 'Dr. Jules Guyot'; 5) 'Rocha'; 6) 'Packham's Triumph'; 7) 'Favorita de Clapp'; 8) 'Santa María'; y 9) 'Devoe'. Para 'Rocha': 4) 'Williams'; 5) 'Packham's Triumph'; 6) 'Santa María'; 7) 'Devoe'; 8) 'Favorita de Clapp'; y 9) 'Abate Fetel'. Para 'Williams Precoz': 4) 'INIA 856'; 5) 'Etrusca'; 6) 'Forelle'; 7) *Pyrus calleryana*; y 8) 'Abate Fetel'. Por último, para 'Etrusca': 4) 'INIA 856'; 5) 'Forelle'; 6) *Pyrus calleryana*; 7) 'Abate Fetel'; y 8) 'Williams Precoz'. Los cultivares de interés fueron elegidos por ser el más plantado en Uruguay (Williams), alternativa de menor exigencia en frío invernal y precocidad (Williams Precoz y Etrusca) y alternativa de media exigencia en frío para mercado externo (Rocha). Las fechas de cosecha de los distintos cultivares pueden ser observados en la Figura 1.

Para todos los tratamientos, fueron seleccionadas y marcadas ramas de perales con flores en estado fenológico de balón (pre-antesis), todas las demás fueron eliminadas (Figura 2A). Posteriormente, las mismas fueron emasculadas (Figura 2B), polinizadas con polen acondicionado previamente en la zafra (Figura 2C) y embolsadas para evitar la contaminación con polen de otro cultivar (Figura 2D). Todas las polinizaciones fueron hechas en el momento de la emasculación, 24 y 48 horas después con auxilio de pincel. El polen utilizado fue colectado de flores en estado de balón y seco debajo de una lámpara incandescente $27 \pm 3^\circ\text{C}$ por un periodo de 48 horas.

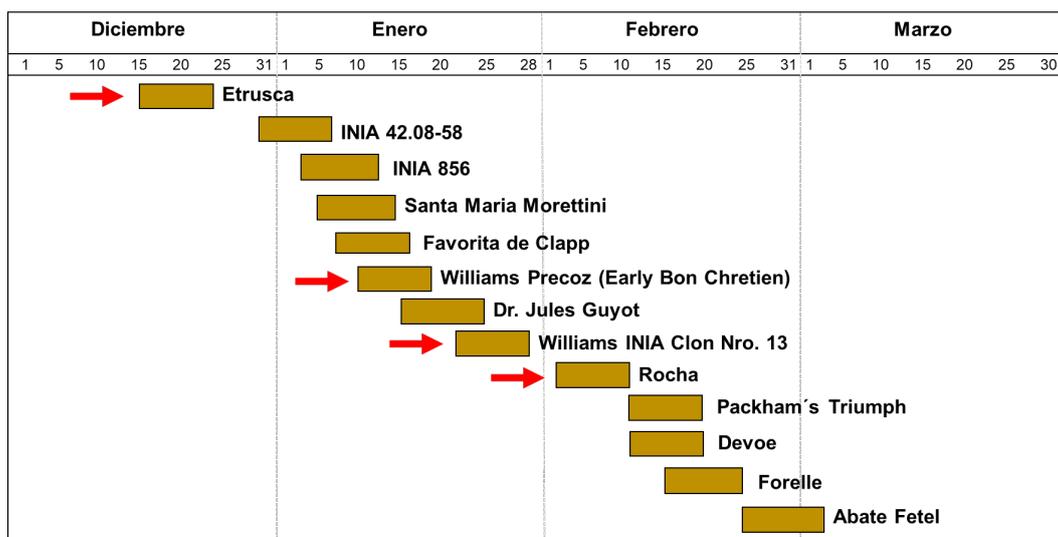


Figura 1. Escala de maduración de distintos cultivares de peral en la zafra 2020/2021 en INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay. Los cultivares elegidos para las polinizaciones de la zafra 2020/2021 están indicados con setas rojas. (Fuente: Programa de mejoramiento en frutales INIA Las Brujas).

La fenología de los distintos cultivares fue evaluada según Fleckinger (1948) y Baggiolini (1952), donde el comienzo de la floración fue considerado con tres a cuatro flores abiertas por planta, la plena floración 75% de las flores abiertas y fin de floración 50% de pétalo caído.



Figura 2. Ramas de perales con flores en estadio de balón prontas para la emasculación (A), flores de perales emasculadas (B), polen previamente seco y acondicionado en la misma Zafra (C), ramas embolsadas para evitar la contaminación con polen de otro cultivar (D), y planta de peral con los distintos tratamientos (E) en la zafra 2020/2021 en INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

El cuajado en cada uno de los tratamientos fue evaluado a los 50 días después de la polinización (DDP). Posteriormente en la cosecha el número de frutos por tratamiento fue evaluado junto con el número de semillas por fruto. El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La repetición se constituyó de una rama con por lo menos 20 flores polinizadas. Donde cada planta fue considerada como bloque.

En el ensayo con el uso de reguladores de crecimiento el material vegetal consistió en perales 'Williams' en quinta hoja. En el momento de la plantación los mismos estaban injertados en el portainjerto 'Adams' y fueron afrancados, y manejados en el sistema de líder central. Los árboles estaban espaciados 1,2 m entre plantas y 4,2 m entre filas, en total 2083 árboles/ha.

El experimento se organizó en un diseño de bloques completos al azar con cinco bloques. Cada parcela experimental constaba de un árbol y estaba separada por dos bordes. Todos los árboles fueron seleccionados visualmente por uniformidad y tamaño (volumen del dosel), luego, agrupados en bloques según el área de sección transversal del tronco.

Los tratamientos consistieron en: 1) control (árboles sin aplicaciones); 2) 1 dosis de ReTain en plena floración (PF); 3) 1 dosis ReTain 7 días después de la plena floración (DDPF); 4) 1 dosis ReTain (14DDPF); 5) ½ dosis ReTain (PF + 7 DDPF); 6) ½ Dosis ReTain (7 + 14 DDPF); 7) ½ Dosis ReTain (PF + 14 DDPF); 8) 0,556L/ha Promalan (PF); 9) 0,556L/ha Promalan (7 DDPF); 10) 0,556L/ha Promalan (14 DDPF); 11) 0,556L/ha Promalan (PF + 14 DDPF); 12) 0,556L/ha Promalan (PF + 7 + 14 + 21 DDPF); y 13) 0,556L/ha Promalan (7 + 21 DDPF).

Una dosis de ReTain es equivalente a un paquete de producto comercial = 830g = 125ppm del principio activo, mientras que, ½ dosis de ReTain equivale a medio paquete de producto comercial = 415g = 62,5ppm de principio activo. Los tratamientos fueron aplicados con un pulverizador de mochila motorizado con un caudal de 2,64 L/min. El volumen de pulverización fue de aproximadamente 1000 L/ha.

Fueron marcadas 3 ramas por planta para a la evaluación del cuajado. En las tres ramas marcadas se contaron todos los centros florales en el momento de la plena floración. Después de la caída natural de frutas (~50 días después de la plena floración), se registró el número de frutos en cada rama marcada para calcular el cuajado, expresado en número de frutos por centro floral. La plena floración ocurrió el 10 de octubre de 2020.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team, 2021). El análisis de varianza (ANAVA) fue realizado y, cuando la prueba F fue significativa, los datos fueron sometido a comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de significancia.

Resultados y discusión

En 2020, la fenología de los perales estudiados empezó alrededor del 18 de agosto con *Pyrus calleryana* seguido del acceso INIA 856 y terminó con los cultivares Williams y Dr. Jules Guyot alrededor del 23 de octubre (Figura 3). Para los cultivares Williams Precoz y Etrusca, la mayoría de los cultivares elegidos para las polinizaciones coincidieron en fenología, donde Forelle, Williams Precoz y Etrusca tuvieron fecha de inicio, plena y fin de floración muy parecidas entre ellos, mientras el cultivar Abate Fetel tuvo su comienzo y plena floración un poco retrasado, pero coincidió en más de 50-60% su floración como sugerido por Soltész (1996, 2003). Sin embargo, el acceso INIA 856 y *Pyrus calleryana* coincidieron el final de su floración e inicio de la floración de los cultivares de interés Williams Precoz y Etrusca. Perales 'Williams' y 'Rochas' tuvieron su inicio, plena y fin de floración el (08/10, 15/10, y 23/10) y (26/09, 07/10, y 11/10), respectivamente. Los cultivares elegidos como fuente de polen para ambos cultivares tuvieron una coincidencia de floración de al menos 50%.

Son indispensables más años de estudio de la fenología de los distintos cultivares por el efecto del año en la sincronización de las floraciones. Eso se hace necesario debido a alta influencia de factores climáticos como la acumulación de frío invernal y la acumulación de calor en la primavera de las distintas zafas. Luz et al. (2012) mencionan que la floración del peral dura en promedio 15 días, variando este período según el requerimiento de frío de cada cultivar, la cantidad de flores y las condiciones climáticas, especialmente la temperatura. Por lo tanto, la brotación de las plantas puede presentar mayor irregularidad en años con menor acumulación de frío que en otros con mayor acumulación (Sezerino, 2014).

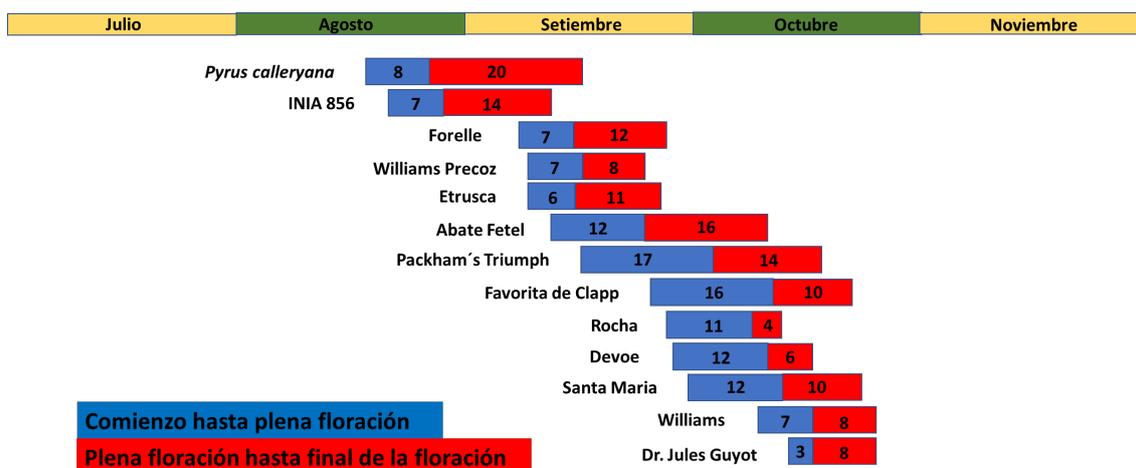


Figura 3. Escala fenológica de los distintos cultivares de peral en la zafra 2020/2021 en INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Los cultivares Santa Maria y Devoe fueron los polinizadores que resultaron con el mayor porcentaje de cuajado en perales ‘Williams’, sin embargo, los cultivares Rocha, Packham’s Triumph y Favorita de Clapp presentaron mayor promedio de porcentaje de cuajado en comparación a los tratamientos sin polinizar, polinización abierta y flores emasculadas (partenocarpia) pero los mismos no difirieron significativamente (Cuadro 1). Dr. Jules Guyot fue el único cultivar en que el porcentaje de cuajado fue más bajo que los tratamientos sin polinizar, auto polinizado y emasculado, no difiriendo significativamente de los mismos. Eso puede estar relacionado a que el cultivar Dr. Jules Guyot comparte el alelo S101 (autoincompatibilidad) con ‘Williams’ (Goldway et al., 2009). Según los mismos autores, el único cultivar utilizado en el presente estudio que no comparte un alelo con ‘Williams’ es el cultivar Devoe, los demás cultivares comparten uno de sus alelos con la misma. Para las variables número de frutos cosechados y número de semillas por frutos el comportamiento fue similar al porcentaje de cuajado.

Cuadro 1. Cuajado (fructificación efectiva), número de frutos cosechados y número de semillas por fruto en los diferentes tratamientos de polinización en perales ‘Williams’ en la zafra 2020/2021, INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Polinizador	Cuajado (%)	Frutos cosechados	Semillas Fruto ⁻¹
Williams (sin polinizar*)	5,45 c	1,0 cd	0,3 d
Williams (auto**)	3,70 c	0,5 d	1,0 d
Emasculada***	3,18 c	0,7 d	0,1 d
Dr. Jules Guyot	2,40 c	0,5 d	0,1 d
Rocha	11,18 bc	2,0 bcd	6,5 ab
Packham’s Triumph	8,69 bc	3,0 ab	7,1 ab
Favorita de Clapp	10,23 bc	2,3 bcd	3,2 c
Santa Maria	26,10 a	4,6 ab	5,4 b
Devoe	17,46 ab	3,3 ab	5,7 ab

*Sin polinizar: ramas con flores en estado de balón embolsadas, sin emasculación ni polinización; **Auto: flores en estado de balón emasculadas, polinizadas con el mismo cultivar y embolsadas; ***Emasculadas: flores en estado de balón emasculadas y embolsadas. Todos los demás tratamientos, flores en estado de balón fueron emasculadas, polinizadas con el respectivo polen y embolsadas.

Todos los cultivares utilizados como fuente de polen en perales ‘Rocha’ tuvieron diferencia significativa positiva para el porcentaje de cuajado en comparación a los tratamientos sin

polinizar, auto polinización y emasculación (Cuadro 2), presentando un porcentaje alrededor de 50% mayor que el tratamiento sin polinizar. Los tratamientos con emasculación y auto polinización presentaron un porcentaje 8 y 12 % mayor que el tratamiento sin polinizar, respectivamente, pero no significativo. Esto está asociado de que con el contacto del pincel y la presencia de polen en el estigma estimulan el fenómeno llamado “partenocarpia estimulada”, en el cual la formación de frutos es estimulada por la polinización, incluso sin fertilización (Jackson, 2005). Según Sezerino (2014), debido a esto, incluso en montes con pocas plantas polinizadoras, se justifica la introducción de colmenas de abejas ya que el peral ‘Rocha’ tiene la tendencia a producir frutos partenocárpicos por contacto del agente polinizador con el estigma. En el presente ensayo en perales ‘Williams’ lo mismo no se observó. El número de frutos cosechados por planta tuvieron comportamiento similar al del porcentaje de cuajado. El número de semilla por fruto en los tratamientos con otros cultivares polinizadores fue mayor que los demás tratamientos que no tuvieron ninguna semilla, lo que se esperaba por no tener contacto de polen de otro cultivar.

Cuadro 2. Cuajado (fructificación efectiva), número de frutos cosechados y número de semillas por fruto en los diferentes tratamientos de polinización en perales ‘Rocha’ en la zafra 2020/2021, INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Polinizador	Cuajado (%)	Frutos cosechados	Semillas/Fruto
Rocha (sin polinizar)	1,79 c	0,3 d	0,0 b
Rocha (auto)	14,36 bc	2,7 bcd	0,0 b
Emasculada	10,21 c	1,7 cd	0,0 b
Williams	50,62 a	9,5 a	5,4 a
Packham’s Triumph	45,58 a	10,5 a	5,1 a
Santa Maria	50,01 a	6,8 ab	4,1 a
Devoe	52,68 a	9,3 a	4,2 a
Favorita de Clapp	37,23 ab	9,3 a	4,3 a
Abate Fetel	45,22 a	5,0 abc	4,4 a

*Sin polinizar: ramas con flores en estado de balón embolsadas, sin emasculación ni polinización; **Auto: flores en estadio de balón emasculadas, polinizadas con el mismo cultivar y embolsadas; ***Emasculadas: flores en estado de balón emasculadas y embolsadas. Todos los demás tratamientos, flores en estado de balón fueron emasculadas, polinizadas con el respectivo polen y embolsadas.

Perales ‘Williams Precoz’ polinizados con polen proveniente de ‘Abate Fetel’ y *Pyrus calleryana* presentaron el mayor porcentaje de cuajado seguidos de polen de perales ‘Forelle’ y ‘Etrusca’ en comparación a los tratamientos sin polinización, auto polinización y emasculado (Cuadro 3). Sin embargo, el polen proveniente del acceso INIA 856 presentó un promedio de cuajado mayor que esos, pero no difirió significativamente de los mismos. Número de frutos cosechados y número de semillas por fruto siguieron el mismo padrón de respuesta de los tratamientos que para el porcentaje de cuajado.

Cuadro 3. Cuajado (fructificación efectiva), número de frutos cosechados y número de semillas por fruto en los diferentes tratamientos de polinización en perales 'Williams Precoz' en la zafra 2020/2021, INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Polinizador	Cuajado (%)	Frutos cosechados	Semillas/Fruto
Williams Precoz (sin polinizar)	6,41 c	1,3 d	0,3 b
Williams Precoz (auto)	3,49 c	0,5 d	0,1 b
Emasculada	3,23 c	1,8 d	0,1 b
INIA 856	18,95 c	2,0 cd	0,5 b
Etrusca	55,86 b	1,8 d	5,3 a
Forelle	58,70 b	8,0 b	5,7 a
<i>Pyrus calleryana</i>	65,71 ab	6,3 bc	5,9 a
Abate Fetel	76,39 a	17,8 a	5,0 a

*Sin polinizar: ramas con flores en estado de balón embolsadas, sin emasculación ni polinización; **Auto: flores en estado de balón emasculadas, polinizadas con el mismo cultivar y embolsadas; ***Emasculadas: flores en estado de balón emasculadas y embolsadas. Todos los demás tratamientos, flores en estado de balón fueron emasculadas, polinizadas con el respectivo polen y embolsadas.

Perales 'Etrusca' polinizados con 'Williams Precoz' presentaron el mejor porcentaje de cuajado en comparación a los demás tratamientos (Cuadro 4), seguidos por los tratamientos con 'Forelle' y *Pyrus calleryana* con el segundo mejor porcentaje y el acceso 'INIA 856' con el tercer mejor. Todos los tratamientos con otras fuentes de polen presentaron mejor cuajado que los tratamientos sin polinizar, auto polinización y emasculado que, por su vez, tuvieron porcentaje de cuajado igual a cero. Para el número de frutos cosechados, todos los tratamientos con uso de otras fuentes de polen que 'Etrusca' difirieron positivamente de los tratamientos sin polinización, auto polinización y emasculado. El tratamiento con polen de *Pyrus calleryana*, fue el que presentó mayor número de semillas por fruto, seguido de 'Williams Precoz' y 'Abate Fetel' y 'Forelle'.

Cuadro 4. Cuajado (fructificación efectiva), número de frutos cosechados y número de semillas por fruto en los diferentes tratamientos de polinización en perales 'Etrusca' en la zafra 2020/2021, INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Polinizador	Cuajado (%)	Frutos cosechados	Semillas/Fruto
Etrusca (sin polinizar)	0,00 e	0,0 c	-
Etrusca (auto)	0,00 e	0,0 c	-
Emasculada	0,00 e	0,0 c	-
INIA 856	10,83 d	10,3 b	4,6 d
Forelle	29,12 b	17,7 ab	7,5 c
<i>Pyrus calleryana</i>	28,54 b	15,0 ab	9,0 a
Abate Fetel	20,59 c	13,3 b	7,6 c
Williams Precoz	33,42 a	29,0 a	8,2 b

*Sin polinizar: ramas con flores en estado de balón embolsadas, sin emasculación ni polinización; **Auto: flores en estado de balón emasculadas, polinizadas con el mismo cultivar y embolsadas; ***Emasculadas: flores en estado de balón emasculadas y embolsadas. Todos los demás tratamientos, flores en estado de balón fueron emasculadas, polinizadas con el respectivo polen y embolsadas.

Debido al sistema de autoincompatibilidad gametofítico, que en Rosáceas está controlado por locus polimórfico (locus S) (Sezerino, 2014; Sezerino y Orth, 2015), el peral tiene una alta tasa de polinización cruzada, por lo tanto, se define como alógamo (Free, 1993). Cuando la polinización es insuficiente, la utilización de reguladores de crecimiento puede ser una

herramienta viable para el productor asegurar el cuajado y la producción del cultivo del peral. Vale resaltar que cada una de esas herramientas tiene efecto distinto y deben ser utilizadas con conocimiento para que los resultados sean positivos.

En el cuadro 5 se puede observar el efecto de dos reguladores de crecimiento en el cuajado de perales 'Williams' en un monte con polinizadora 'Packham's Triumph'. Los tratamientos con 1 dosis de ReTain/ha a los 7 y a los 14 DDPF, ½ dosis de ReTain/ha a los 7 + 14 DDPF y en la PF + 14 DDPF, y 0,556L/ha de Promalan a los 14 DDPF incrementaron el cuajado de perales 'Williams' en comparación al tratamiento control (sin aplicación). ReTain es un inhibidor de la síntesis de etileno que por su vez aumenta la longevidad del ovulo de las flores y puede aumentar el periodo de polinización efectiva (Carra et al., 2021), vale resaltar que el mismo aplicado cerca de la floración con la finalidad de aumentar el periodo de polinización efectiva solo funciona en montes con cultivares polinizadores. Sin embargo, cuando utilizado después de la floración, el mismo puede tener efecto disminuyendo el etileno en la zona de abscisión de los frutos. Mientras que el Promalan es un compuesto de giberelinas y citoquinina, con efecto en la división y diferenciación celular, donde la misma puede ser utilizada en montes sin cultivares polinizadores para la inducción de frutos partenocárpicos y/o cuando la polinización en montes con cultivar polinizador es insuficiente debido a condiciones climáticas u otra. Un inconveniente de su uso, es que puede deformar los frutos por el exceso de división celular proporcionada por la aplicación (Sezerino, 2014).

Cuadro 5. Cuajado en perales 'Williams' tratados con diferentes dosis y épocas de aplicación de ReTain (aminoetoxivinilglicina) y Promalan (Ga₄₊₇ + 6-Benziladenina) en la zafra 2020/2021, Rincón del Colorado, Canelones, Uruguay.

Tratamiento	Cuajado (frutos centro floral ⁻¹)
Control	0,829 c
1 dosis ReTain (PF)*	0,976 bc
1 dosis ReTain (7DDPF)	1,331 ab
1 dosis ReTain (14DDPF)	1,579 a
½ dosis ReTain (PF + 7 DDPF)	0,811 c
½ Dosis ReTain (7 + 14 DDPF)	1,341 ab
½ Dosis ReTain (PF + 14 DDPF)	1,300 ab
0,556L/ha Promalan (PF)	0,910 bc
0,556L/ha Promalan (7 DDPF)	1,028 bc
0,556L/ha Promalan (14 DDPF)	1,285 ab
0,556L/ha Promalan (PF + 14 DDPF)	0,958 bc
0,556L/ha Promalan (PF + 7 + 14 + 21 DDPF)	1,100 bc
0,556L/ha Promalan (7 + 21 DDPF)	1,215 abc

*PF: Plena floración; DDPF: Días después de la plena floración; 1 dosis de ReTain/ha: 125 mg/L de aminoetoxivinilglicina; 1/2 dosis de ReTain/ha: 62,5 mg/L de aminoetoxivinilglicina; y 0,556L/ha de Promalan: 10 mg/L de Ga₄₊₇ + 10 mg/L de 6-Benziladenina.

Conclusiones

Todos los cultivares del presente estudio, polinizados con polen de otros cultivares, respondieron positivamente en el porcentaje de cuajado en relación con los tratamientos sin polinización, auto polinización y emasculación (partenocarpia). Sin embargo, son necesarios más años de estudios en función de la variación de la fenología debido a las condiciones climáticas de cada zafra. El uso de reguladores de crecimiento es una herramienta útil para el aumento del

cuajado de perales, nuevos estudios con diferentes dosis y épocas de aplicación son necesarias para ajustar el manejo a las condiciones climáticas nacionales.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Instituto Nacional de investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA) por la financiación del proyecto (Proyecto: FR_27), los productores Juan Dini y Roberto Molinari por ceder los montes y colaborar con los ensayos con el uso de reguladores de crecimiento y a Pablo Bruno Rodríguez, Richard Franco, Rubén Nuñez, Carlos Bonilla, Martín Gervasini, Gerardo Casella, y Luis Silvera por la asistencia en los ensayos.

Referencias bibliográficas

Baggiolini M. 1952. Les stades repérés des arbres fruitiers à noyau. Rev. Rom. d'agric., vitc. d'aboric 8: 3-4.

Carra B, Pasa MS, Abreu ES, Dini M, Pasa CP, Ciotta MN, Herter FG, Mello-Farias P. 2021. Plant growth regulators to increase fruit set and yield of 'Rocha' pear trees in Southern Brazil. An. Acad. Bras. Cienc., 93: e20180680. DOI 10.1590/0001-3765202120180860.

Denardi F, Stuker H. 2008. Eficiência de diferentes cultivares de macieira como polinizadoras da 'Castel Gala' e da 'Condessa'. Agropecuária Catarinense, 21(1):19-83.

Escanda, MC. 2021. Fruticultura de hoja caduca Registro Nacional Frutihortícola 2020. Seminario de Pepita 2021. 8p (en prensa).

Faoro ID, Brighenti E. 2006. Pera. En: EPAGRI. Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2006/2007. Florianópolis: Epagri, pp.124-129.

FAOSTAT. 2021. Productos. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT (database, Aceso en 16.10.2021). Disponible en: (<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>)

Fleckinger J. 1948. Les stades végétatifs des arbres fruitiers, en rapport avec les traitements. Pomol. pp.81-93.

Free JB. 1993. Insect pollination of crops. London: Academic Press.

Goldway M, Takasaki-Yasuda T, Sanzol J, Mota M, Zisovich A, Stern RA, Sansavini S. 2009. Renumbering the S-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the S109 RNase allele. Scientia Horticulturae, 119(4):417-422.

Jackson JE. 2005. Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge. pp.488.

Luz AR, Meyer GA, Souza DS, Rufato L, Kretzchmar AA. 2017. Pollination and fruit set of 'Rocha' pears tree grown in Vacaria, RS, Brazil. Revista de Ciências Agroveterinárias, 16(4):357-366. <https://doi.org/10.5965/223811711642017357>

Moran, R.E. 2016. Factors affecting fruit set in pear. University of Maine, pdf: 39-41. Disponible en: (<http://www.massfruitgrowers.org/nefrmtg/proc--2001/a07.pdf>)

Moriya Y, Takai T, Okada K, Ito D, Shiozaki Y, Nakanishi T, Takasaki T. 2005. Parthenocarpy and self and cross-incompatibility in ten European pear cultivars. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 74(6):424-430.

Sezerino AA. 2014. A polinização da pereira europeia (*Pyrus communis* L. cv. Rocha) no sul do Brasil. Tesis (doctorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, pp.175.

Sezerino AA, Orth AI. 2015. Polinização da pereira-portuguesa em Bom Retiro-sc, Brasil. Rev. Bras. Frutic., 37(4):943-951. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-209/14>

Soltész M. 1996. Requirement for successful fruit set in orchards. En: Nyéki J, Soltész M (Eds.). Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits. Budapest: Akadémiai Kiadó, pp.257-286.

Soltész M. 2003. Association of varieties in fruit plantation. En: Kozma P, Nyéki J, Soltész M, Szabó Z. Floral biology, pollination in temperate zone fruit species and greape. Budapest: Akadémiai Kiadó, pp.227-236.

R Core Team. 2021. R: a Language and Environment for Statistical Computing (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. R Core Team), <http://www.R-project.org/>.

Recasens I. 1990. Fisiología del crecimiento. Manzanas y peras. Revista de Fruticultura, 5(5):230-240.

White AG, Cranwell D, Drewitt B, Hale C, Lallu N, Marsh K, Walker J. 1990. Nashi, Asian pear in New Zealand. Publishing, Wellington, pp.84.