

ISSN: 1688-9258



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY



INIA Las Brujas
1964 - 2014

Seminario de Actualización Técnica Frutales de Pepita



Programa de Investigación en Producción Frutícola
Serie Actividades de Difusión Nº 739
1 - 2 de Octubre de 2014

LAS BRUJAS 

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



INDICE

- P. 3 - Análisis de la evolución de la estructura varietal de las plantas de manzano y peral.** Pablo Campi.
- P. 9 - Programa de melhoramiento genético da macieira na EPAGRI, Santa Catarina, Brasil. Mejoramiento genético de manzano en EPAGRI.** Kvitschal, Marcus Vinícius; Denardi, Frederico
- P. 17 - Avances en la investigación sobre la psila del peral (*Cacopsylla pyricola* Förster).** Mujica, Valentina; Valle, Diana; Zoppolo, Roberto.
- P. 23 - Control químico de psila y su influencia sobre el decaimiento del peral y desórdenes asociados.** Mujica, Valentina; Silvera, Mariana; Goncalvez, Lucía; Leoni, Carolina y Maeso, Diego.
- P. 31 - Actualización en el manejo de sarna del manzano.** Mondino, Pedro; Martinez, Erica; Casanova, Leticia; Leoni, Carolina; Alaniz, Sandra.
- P. 37 - Determinación de los agentes causales de la podredumbre amarga y podredumbres por *Botryosphaeriaceae* en Uruguay.** Alaniz, Sandra ; Delgado, Leonardo; Hernández, Laura; Leoni, Carolina ; Mondino, Pedro.
- P. 43 - Nuevas tecnologías de aplicación fitosanitaria en frutales de hoja caduca.** Zeballos, Roberto, Fasiolo, Carolina ; Zoppolo, Roberto.
- P. 49 - Resultado en propagación *in vitro* de portainjertos de frutales de hoja caduca.** Castillo, Alicia; Cabrera, Danilo; Rodríguez, Pablo; Zoppolo, Roberto.
- P. 55 - Manejo de suelo en vivero de manzana para la obtención de plantas de calidad.** Danilo Cabrera, Pablo Rodríguez, Marcelo Falero, Jorge Arboleya.
- P. 61 - Prácticas de manejo de quebra de dormencia em pomáceas.** Petri, José Luiz.
- P. 67 - Modelos de cuantificación de frío invernal: un tema de investigación a largo plazo que suma un año a sus resultados.** Severino, V.; Martinelli, L.; Chiara, J.P.; Arias, M.
- P. 73 - Riego y fertilización nitrogenada el manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. ‘GALA’. 1- El riego y el nitrógeno afectan la productividad del manzano cv. Gala.** Campi, Pablo; García, Claudio; García, Mario.
- P. 79 - Riego y fertilización nitrogenada el manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. ‘GALA’. 2. Cambios en las concentraciones de nutrientes en plantas de manzano cv. Gala por aplicación de riego y nitrógeno.** Campi, Pablo; García, Claudio; García Mario.
- P. 85 - Medidas de manejo para aumentar el sobrecolor de manzanas en montes instalados.** Severino, V., Ferenczi, A., Galiger, S., González, J., Mara, V., Urraburu, M., Arias, M.
- P. 93 - Tendencias para la conservación de frutas de pepita en el Alto Valle de Río Negro, Argentina.** Calvo, Gabriela.

P. 101 - Análisis de la evolución del quemado de sol en Granny Smith. Arias, M., Ferenczi, A., Galiger, S., González, J., Mara, V., Urraburu, M., Severino, V.

P. 107 - Nuevas herramientas de manejo para la regulación de la carga frutal. Danilo Cabrera, Pablo Rodríguez, Eduardo Vazquez, Maximiliano Dini.

P. 113 - Avances en la mecanización de frutales de hoja caduca en Uruguay. Zeballos R., De Lucca R. , Cabrera D. , Rodríguez P.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA VARIETAL DE PLANTAS DE MANZANO Y PERAL

Campi, Pablo ¹

¹Instituto Nacional de Semillas (INASE), Cno. Bertolotti s/n y Ruta 8
e-mail: pcampi@inase.org.uy

1- Evolución total y por especie del nº de plantas bajo el programa de certificación de plantas en frutales de hoja caduca (FHC).

En los últimos cuatro años el número de plantas totales bajo el programa de producción y comercialización de plantas de Frutales de Hoja Caduca (FHC) llevado adelante por el área de certificación de semillas y plantas en el Instituto Nacional de Semillas (INASE), se ubica en un rango de 210 a 175 mil plantas por año (Figura 1). Por otro lado, se estima en un 30 % más de plantas que se encuentran fuera del sistema, plantas que no cumplen con la norma mínimas de calidad y/o plantas que nos e declaran (ilegales). Cabe aclarar que aún hoy se están comercializando plantas, las que puede hacer incrementar el valor final en esta zafra.

Es de destacar que la totalidad de las plantas producidas son Categoría C, calidad más baja de plantas que existe en la Norma. En este sentido, INASE está trabajando en dos herramientas para incrementar la calidad de planta, una es la actualización del Estándar Especifico de Producción y Comercialización de plantas en FHC y la otra es la producción de materiales de propagación vegetativa sanos.

En la Figura 1, se observa la evolución del número de plantas por especie: manzano, duraznero-nectarino, peral y ciruelo desde el años 2011 al 2014. Se observa que el número de plantas de manzano supera a las otras especies y ronda en un 50% del total, seguido por duraznero-nectarinos, perales y por último el ciruelo. La evolución del total de las plantas de FHC sigue el mismo patrón de la evolución de plantas producidas de manzano.

En los últimos tres años existe una tendencia a la baja del número de plantas de manzano de 125 a 75 mil y una tendencia al alza del número de plantas de duraznero y nectarino de 30 a 70 mil. Las plantas de perales y ciruelos se mantienen entre 15 y 20 mil.

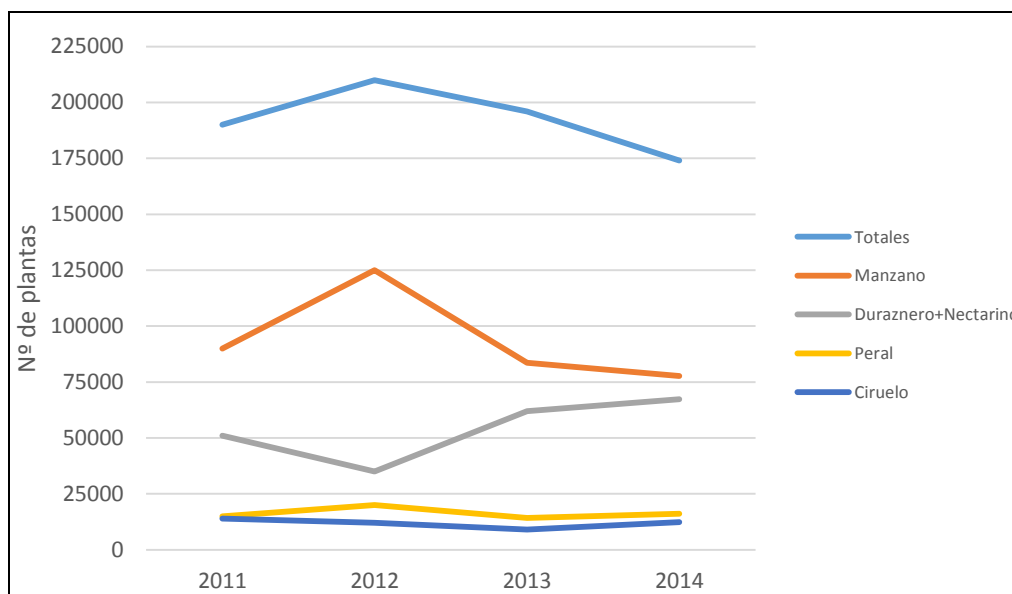


Figura 1. Evolución del número de plantas totales y por especie según años

2. Manzano

Para analizar el comportamiento general de la evolución de plantas de manzano se dividió a este número por años 2012, 2013 y 2014 y se agrupó en variedades: rojas, bicolores y verdes, y se calculó el porcentaje del número de plantas de cada grupo según el total de cada año. Lo mencionado anteriormente se presenta en la Figura 2, donde se observa que las variedades del grupo de las rojas son las mayoritarias en los últimos tres años, y fluctúan en un 65% del total plantas en cada año, las bicolores en un 25% y un 10% la tipo verde. Existió en el año 2013 un aumento significativo de uso de plantas del grupo de las rojas y una caída del uso plantas bicolores. Esto se contrarresta en el año 2014, donde existe una caída en el número de plantas del grupo de las rojas y una tendencia al alza de las plantas del grupo de las bicolores.

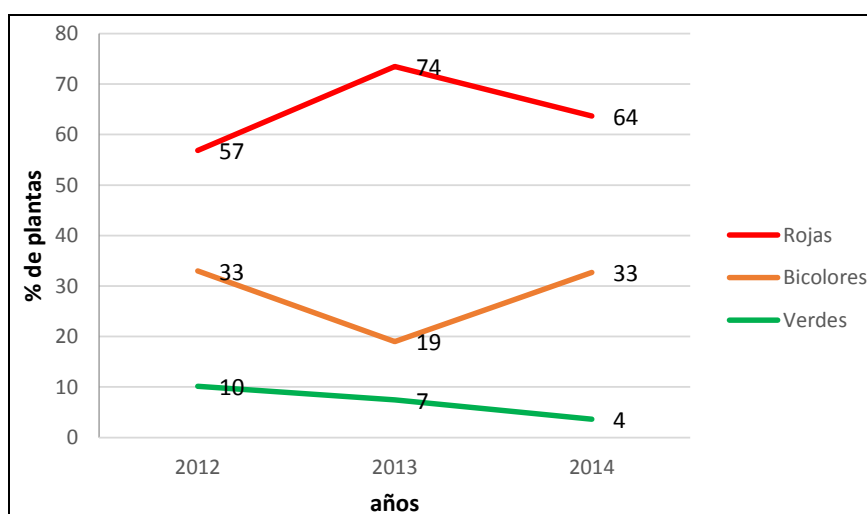


Figura 2. Evolución del porcentaje del número de plantas de manzano por año y por grupo de variedades.

Para más detalle analítico se subdividió el grupo Bicolor según época de cosecha, en temprana y tardía (Figura 3. A), también el grupo Rojas según el hábito de crecimiento en tipo Spur y Estándar (Figura 3. B). Dentro del grupo Rojas, las plantas del tipo Spur son las más plantadas, tienen una relación de uso de 6:1 apróx. con respecto a las tipo estándar que se están dejando de usar por diferentes motivos tanto productivos, tamaño de plantas, tipo de portainjertos etc.

Por otro, el grupo Bicolor temprano y tardío son similares en la producción de plantas a lo largo de estos tres años. De igual forma existen altos y bajos, en el año 2012 el número de plantas comercializadas del subgrupo Bicolor tardía fue mayor que el temprana en una relación 3:1, pero cayó drásticamente en el 2013 por debajo del grupo bicolor temprana, y actualmente en el 2014 tiene una relación 1:1 con un número de plantas comercializadas y de tan solo 20000 plantas entre los dos grupos.

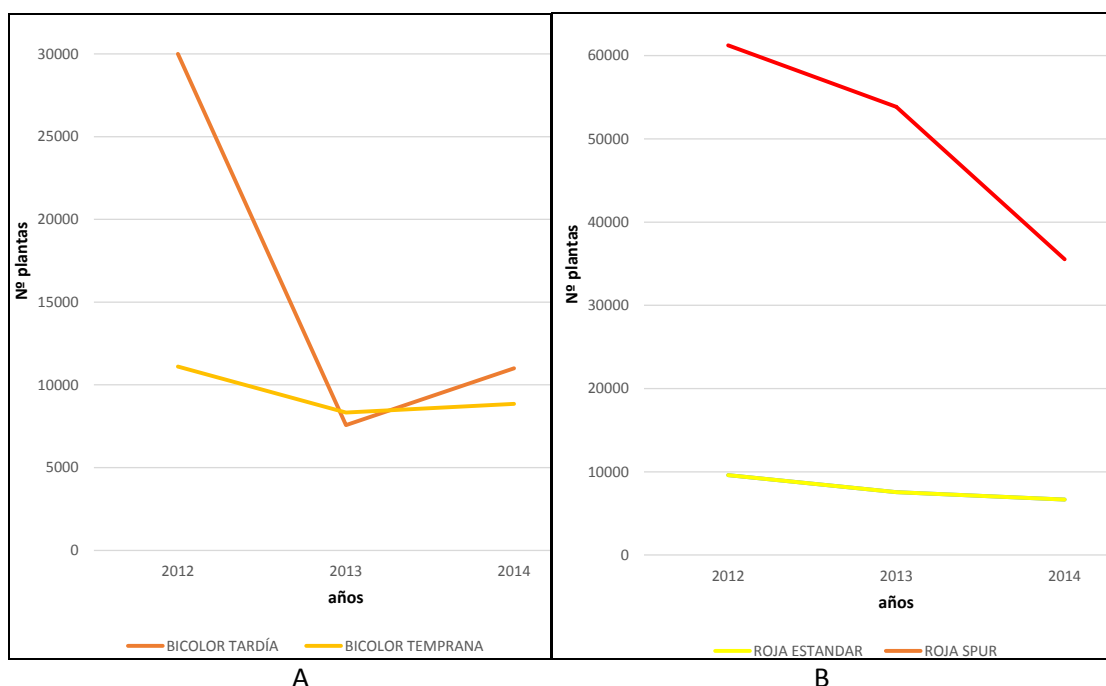


Figura 3. A. Evolución del N° de plantas del grupo bicolor según época de cosecha. B. Evolución del N° de plantas del grupo Red Delicious (rojas) según hábito de crecimiento.

Para un análisis más detallado aún, se discrimina el N° de plantas de manzano de la zafra 2014 en porcentaje de uso por variedad, de un total de 75504 plantas producidas (Cuadro 1). Agregar que en la actualidad se están plantando 15 variedades de manzano.

Cuadro 1. Cantidad de plantas en porcentaje según subgrupo y variedad

Subgrupo	Variedad	%
Roja Spur	RED CHIEF	49
Bicolor tardía	ROSY GLOW	11
Bicolor tardía	CRIPPS PINK	6
Bicolor temprana	GALA FULT	6
Bicolor temprana	MAXIGALA	5
Roja Spur	SCARLET	5
Roja Estandar	EARLY RED ONE	4
Roja Estandar	TOP RED	4
Verdes	GRANNY SMITH (ESTANDAR)	4
Bicolor temprana	CONDESSA	2
Verdes	GRANNY SMITH (SPUR)	2
Roja Estandar	COOPER	2
Roja Spur	OREGON	1
Roja Estandar	DANA RED	1
Bicolor temprana	BAIGENT	0,5

*Porcentajes de un total de 75504 plantas.

Es importante resaltar del Cuadro 1, la consolidación de la plantación de la variedad Red Chief con un 50% del total de plantas, seguida por las variedades del grupo bicolor tardía con 17%. Vale remarcar que de todas estas variedades en uso existen tres materiales protegidos en Uruguay: ‘Gala Fult’, ‘Baigent’ y ‘Rosy Glow’.

En el Cuadro 2 se presenta el uso de portainjertos en plantas de manzano en la zafra 2014. Este se divide mayoritariamente en tres variedades: M9 (T337 y Pajam 2), M7 y King David. Existe un uso de 88 % de porta injertos clónales y es una realidad el desuso de los porta injertos francos que cayeron al 12% del total de plantas. El M7 es el más usado con un 57%, seguido del M9 en 30% en el total de plantas. En variedades bicolors se esta usando en su totalidad el M9, en las rojas y verdes el M7 se utiliza en un 80% apróx. En variedades del grupo verdes y rojas del tipo estándar se utilizan en alguna medida portainjertos más vigorosos del tipo francos por el tamaño y anclaje de planta.

Cuadro 2. Porcentajes de uso de portainjertos del total de plantas de manzano y por subgrupo de variedades: bicolor tardía o temprana, rojas spur o estandar y verdes

Detalle	Nº de plantas	M9	M7	King David	Otros
TOTAL	75504	30	57	12	1
Bicolor-tardía	12650	100	0	0	0
Bicolor-temprana	10178	100	0	0	0
Rojas Spur	40106	0	79	20	1
Rojas Estandar	8417	0	50	45	5
Verdes	4154	0	87	13	0

3- Perales

Esta especie está muy disminuida en su uso en relación a la especie manzano. En tres temporadas consecutivas 2012-13-14 el número de plantas de peral producidas fueron en su casi totalidad de la variedad William’s, pasando a ser esta variedad en el último año el 100% de las plantas producidas (Figura 4). También existen otras variedades en producción de plantas que se ven disminuidas, como Packham’s y Forelle fundamentalmente.

En el año 2013 existió una bajada de la producción de plantas por la falta de demanda de los productores de frutas, debido fundamentalmente a los ataques de psila vector asociado a la enfermedad del Decaimiento del Peral que generó pérdidas de plantas y rendimientos. Luego se retomó la producción de plantas en el año 2014 con muchas incertidumbres por el sector viveristas y los productores de frutas volviendo a usar combinación de portainjerto-variedad y manejo tecnológico antiguos.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, los portainjertos utilizados en perales en su mayoría son Membrilleros -porta injertos clónales- donde la variedad Adams es la más utilizada con un uso del 80% del total en el año 2014 (figura 5).

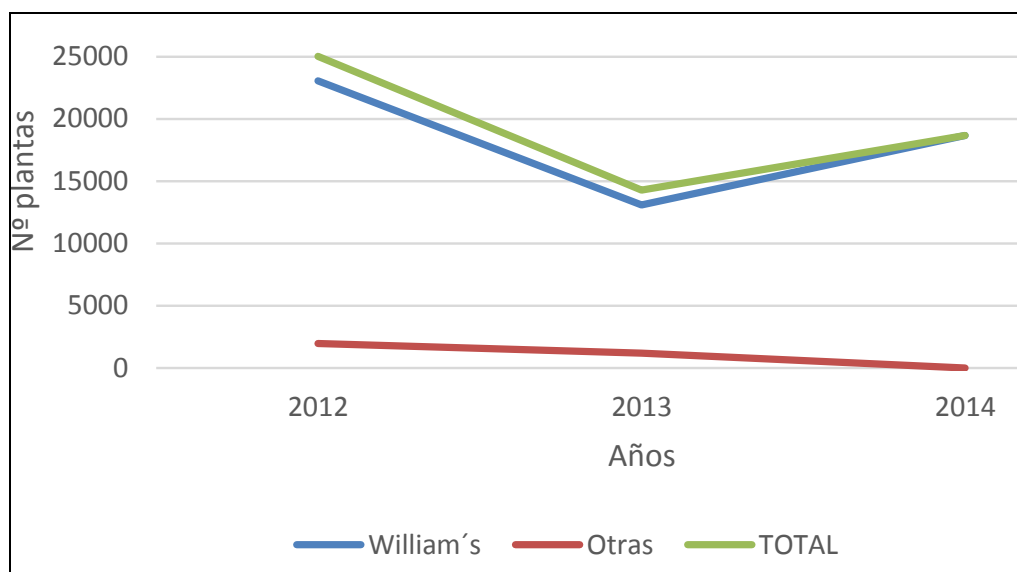


Figura 4. Evolución de plantas del peral según variedad de copa y año.

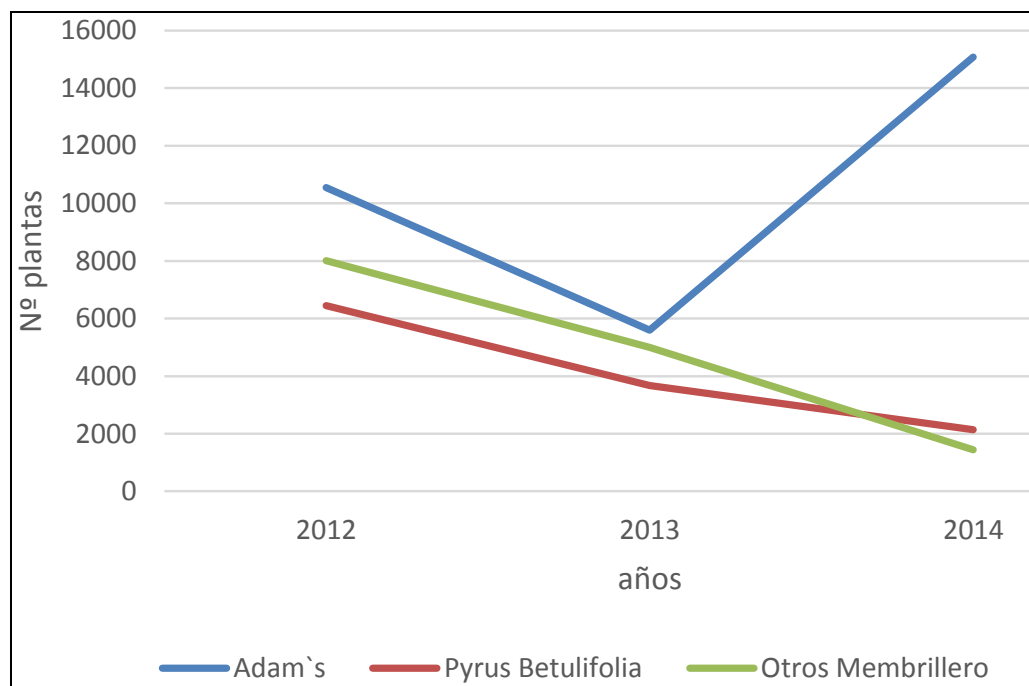


Figura 5. Evolución de plantas del peral según uso de portainjerto y año.

Esta combinación membrillero-variedad está asociada a un manejo de suelo posterior y obligado en la implantación de esta planta en el monte, la práctica llamada vulgarmente “el aporcado de plantas”, esta consiste en cubrir el tronco de la variedad de la copa y generar la auto-radición de la misma (afrancado). Es una antigua práctica que permite escapar a problemas de incompatibilidad portainjerto-variedad, generar mayor vigor de planta y contrarrestar al decaimiento del peral en la actualidad, pero perdemos precocidad de cosecha e incrementamos el tamaño de planta. Existe la alternativa tecnológica para levantar esta limitante que manejan los viveros como lo es la combinación de tres materiales de propagación vegetativa: membrillero + filtro o intermediario (Beurré Hardy) + variedad de copa. En esta práctica actualmente se utilizan dos membrilleros el BA 29 y el membrillero C, el uso del primero (BA 29) sería la opción más adecuada ya que este genera mayor vigor en las plantas. También existen aún productores que demandan plantas de peral sobre portainjertos francos, debido a su alto vigor principalmente. Por último, existe una necesidad rápida por el sector en la definición y disponibilidad de un portainjerto del peral, que levante de la mejor forma las limitantes sanitarias y fisiológicas actuales “decaimiento del peral-incompatibilidad” como las productivos principalmente “precocidad de cosecha”.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA MACIEIRA NA EPAGRI, SANTA CATARINA – BRAZIL.

Kvitschal, Marcus Vinícius ¹; Denardi, Frederico ²

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento, Pesquisador – Epagri / Estação Experimental de Caçador, Santa Catarina, Brasil, e-mail: marcusvinicius@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisador – Epagri / Estação Experimental de Caçador, Santa Catarina, Brasil, e-mail: denardi@epagri.sc.gov.br

1. A cultura da macieira: Histórico e situação atual no Brasil:

No Brasil, a produção comercial de maçãs se deu a partir de 1975, se intensificando até o ano 2000 de forma linear, basicamente em função da introdução de novas cultivares, da implementação do programa de estímulo à fruticultura temperada “Profit” (Bleicher, 2006), bem como do desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Depois que os primeiros dados de pesquisa agrônômica na década de 60 evidenciaram que o Sul do país tinha aptidão para a fruticultura de clima temperado, se intensificou a produção comercial de maçãs no Brasil. As primeiras cultivares de macieira plantadas em escala comercial foram a ‘Golden Delicious’ e a ‘Starkrimson’ (Boneti *et al.*, 2006), embora estudos de pesquisa tenham também indicado as cultivares Red Delicious, Mutsu (Ushirozawa, 1978), e as cultivares Gala, Belgolden e Fuji (Bleicher, 2006). Houve também plantio de algumas outras cultivares menos conhecidas, tais como BlackJohn, Golden Spur, Willie Sharp, Hawaii, Mollie’s Delicious, Pome-3 e Delcon. Desde então, diversos pomares começaram a ser implantados em escala comercial e a produção nacional de maçãs apresentou aumentos significativos deste então.

Após esse período, se intensificaram os plantios, mas principalmente das cultivares Gala e Fuji e, mais recentemente, dos clones coloridos Royal Gala, Imperial Gala, Galaxy, Baigent (BrookfieldTM) e Maxi Gala, e dos clones coloridos ‘Fuji Suprema’, ‘Mishima’ e ‘Fuji Brak’ (KikuTM 8), pertencentes ao grupo ‘Fuji’. A produção dessas cultivares alcança atualmente a marca de 90% do total das maçãs brasileiras. Os 10% restantes provém de cultivares de baixo requerimento de frio como a Eva, a Condessa e a Castel Gala, e em menor escala de novas cultivares, como a Cripp’s Pink (Pink LadyTM), Braeburn e Daiane.

Além disso, exceto nas regiões acima de 1.200 m, o clima brasileiro é caracterizado como marginal para a produção de maçãs, especialmente para cultivares importadas, geralmente de muito alto requerimento de frio hibernal para superação da dormência. Isso implica na brotação deficitária das plantas, prejudicando a produção e a qualidade das frutas. Embora já existam tecnologias que permitam suprimir essa deficiência de frio das regiões frutícolas onde isso ocorre (Petri *et al.*, 1996) tal tecnologia implica em aumento de custos de produção.

Também devido à grande concentração de plantios de pomares de macieira com as cultivares dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’, tem-se uma janela temporal de colheita muito estreita. Assim, o cenário que se tem hoje na pomicultura brasileira é a exagerada concentração de demanda por mão de obra para colheita nesse período. Isso implica em dificuldade logística para se reunir tão grande contingente de mão-de-obra minimamente qualificada, além do elevado custo que é exigido para realizar a colheita desse grande volume de frutas.

O controle fitossanitário nos pomares de macieiras no Brasil também tem atribuído grande proporção nos custos de produção, em função da alta suscetibilidade das atuais cultivares às

doenças de maior impacto no Brasil. Nas regiões de maior altitude e de maior acúmulo de frio hibernal, a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) é tida como uma das doenças mais agressivas, enquanto que nas demais regiões, a mancha foliar de glomerella (*Colletotrichum sp.*) e as podridões de frutos têm se mostrado mais prejudiciais e de maior custo de controle na cultura da macieira.

2. O Programa de Melhoramento Genético de Macieira da Epagri – PMGM

Em face aos entraves existentes no setor produtivo da macieira no Brasil citados acima, a Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – vem investindo desde 1972 no desenvolvimento de pesquisas em Melhoramento Genético de Macieira no Brasil (Denardi e Hough, 1987). Nos primórdios do trabalho, na década de 1970, diversos cruzamentos foram realizados nos EUA e as sementes enviadas ao Brasil para desenvolvimento das populações híbridas e avaliação das progênies. A partir da década 1980, todo o trabalho passou a ser realizado na Epagri, inclusive as hibridações, com assessoria do emérito pesquisador americano Dr. Leon Fredric Hough. Ao longo dos anos, este trabalho de melhoramento genético de macieira adquiriu grande proporção, sendo atualmente o principal dessa cultura em atividade no Brasil. Os objetivos deste programa sempre estiveram alicerçados na melhor adaptação climática, resistência genética às principais doenças da macieira, alta produtividade e com regularidade, e frutas com epiderme vermelha e sabor doce, adequadas ao mercado brasileiro.

Mais recentemente, também tem se incorporado ao rol de objetivos do programa de melhoramento características que propiciem a redução da necessidade de uso de mão de obra nos pomares. Além disso, estão sendo fortalecidas as pesquisas de pré-melhoramento, com o intuito de desenvolver um trabalho de base que garanta a sustentabilidade do programa de melhoramento ao longo das décadas. Também está sendo reestruturada a rede de avaliação de genótipos no Sul do Brasil, onde será preconizada a avaliação de novos genótipos copa combinados com diversos novos porta-enxertos, tudo isso com o objetivo de instituir a indicação regionalizada de cultivares, combinadas com os porta-enxertos de maior adaptabilidade às diversas regiões frutícolas e mais adequados aos sistemas de cultivo de interesse (muito alta, alta ou média densidade populacional de plantas).

2.1. Adaptação climática/requerimento de frio hibernal

A macieira é uma fruteira de clima temperado que necessita invernos bem definidos, com baixas temperaturas ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) para que a dormência seja eficientemente superada e, conseqüentemente, para assegurar boas produções de frutas de boa qualidade. A diversidade de requerimento de frio hibernal entre as diferentes cultivares é bastante grande, podendo variar desde menos de 200 horas (ex.: ‘Anna’) até mais de 1.000 horas (ex.: ‘Golden Delicious’). Em função dessa ampla variabilidade de requerimento de frio, a macieira é cultivada em todos os cinco continentes, desde climas temperados até tropicais, em grandes altitudes (Luby, 2003). Mas por ser uma espécie originária de regiões de clima frio, a grande maioria das atuais cultivares apresenta alto requerimento de frio hibernal, dentre as quais se incluem a ‘Gala’ e a ‘Fuji’, as quais representam cerca de 90% da maçã produzida no Sul do Brasil. Afora o bom conceito das maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’, no Sul do Brasil, essas cultivares apresentam sérias limitações de cultivo. Em áreas com menos de 1.200 m de altitude, a disponibilidade de frio hibernal não é suficiente para assegurar brotação satisfatória. Visto que grande parte das áreas de cultivo de macieiras no Brasil está abaixo desta altitude, a produção comercial de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ só é satisfatória mediante o uso de produtos químicos indutores da brotação, que compensam parcialmente a deficiência de frio hibernal (Petri *et al.*, 1996). Tal

tecnologia é eficiente para tal; no entanto, implica no aumento dos custos de produção e podem causar danos ao homem e ao meio ambiente.

A introdução e avaliação local de novas cultivares, portanto, poderia ser uma estratégia de identificar genótipos melhor adaptados. Porém esta estratégia não tem se mostrado eficiente no Brasil. Camilo e Denardi (2006) salientam que já foram testadas mais de 500 cultivares introduzidas a partir de diversas regiões frutícolas do mundo, embora poucas tenham mostrado adaptação às condições climáticas das regiões produtoras de maçãs no Brasil localizadas a altitudes abaixo de 1.200m.

A estratégia da Epagri foi, portanto, investir na instituição de um programa de melhoramento genético envolvendo hibridações e seleção de genótipos com menor requerimento de frio hibernal, com maior capacidade de brotação, mesmo nas regiões subtropicais. Após três gerações de seleção, foi possível obter diversos genótipos bem melhor adaptados que as tradicionais ‘Gala’ e ‘Fuji’, os quais têm sido extensivamente utilizados como parentais no programa de hibridação até os dias atuais.

Como produto, almeja-se a busca por novas cultivares de baixo a médio requerimento de frio hibernal, porém com época de brotação e de floração mais tardia, as quais estão significativamente menos propensas aos danos por geadas tardias. Este está entre os principais objetivos do PMGM da Epagri.

2.2. Fitossanidade/resistência genética às pragas e doenças

Com a introdução da macieira no Brasil pelos imigrantes europeus, vieram também muitas doenças desta frutífera, cujo controle demanda atualmente em torno de ¼ de todo o montante dos custos de produção. Dentre as doenças mais graves presentes no Sul do Brasil estão a sarna (*Venturia inaequalis*), a mancha foliar de *glomerella* – MFG (*Colletotrichum* sp), oídio da macieira (*Podosphaera leucotricha*) e podridão amarga dos frutos (*Glomerella cingulata*), podridões de pós-colheita, principalmente *Penicillium* (*Penicillium expansum*) e a marssonina (*Marssonina mali*). Dentre as pragas, as mais graves são a mosca-das-frutas (*Anastrepha frateculus*) e o ácaro vermelho da macieira (*Panonychus ulmi*).

As condições climáticas na região Sul do Brasil durante as estações de crescimento da macieira (primavera/verão) se caracterizam por alta umidade relativa do ar e temperaturas médias favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento dessas doenças. O controle químico feito atualmente, além de muito caro, representa risco à saúde dos aplicadores, consumidores e do meio ambiente. Aliado ao fato das atuais cultivares serem altamente suscetíveis a praticamente todas estas doenças e pragas, a incorporação de resistência genética é ainda a forma mais barata e mais segura de se controlar doenças e pragas na fruticultura (Sansavini *et al.*, 2004), sendo este outro importante desafio do PMGM da Epagri.

2.3. Precocidade, potencial produtivo e regularidade de produção

Nestas variáveis, no PMGM da Epagri avalia-se o tempo em que as plântulas levam para iniciar a frutificação a partir da germinação das sementes, a capacidade das plantas em fixar frutos e a regularidade de produção ao longo do tempo. A precocidade em iniciar a produção tem relação direta com aumento da produção acumulada das plantas ao longo dos anos. Quanto mais rapidamente a planta alcança a plena produção, maior será a produção acumulada e, também, mais rápido será o retorno do capital investido no plantio do pomar. Ao longo do tempo, o pomar será mais rentável. A frutificação efetiva tem relação direta com o potencial produtivo do pomar. A regularidade de produção, ou seja, a ausência de alternância de

produção de um ano para o outro, é de fundamental importância como garantia da estabilidade produtiva e retorno financeiro constante aos fruticultores ao longo do tempo. Estes também são importantes objetivos deste programa de melhoramento genético.

2.4. Época de maturação e colheita dos frutos

Visto que atualmente os pomares de macieira no Brasil são, na sua grande proporção, constituídos pelas cultivares Gala e Fuji e seus clones coloridos, há um grande volume de frutas cuja maturação e colheita ocorre em um período de tempo muito restrito. Isso gera um grande problema logístico na obtenção de todo o contingente necessário de mão de obra para realizar a colheita dessa produção no período adequado, o que também implica em aumento dos custos de produção. Se a fruta não for colhida no tempo certo, pode resultar em redução na qualidade e na conservação. Nessa temática, o PMGM da Epagri também vem trabalhando intensivamente para selecionar genótipos com épocas de maturação diferentes das épocas das tradicionais ‘Gala’ e ‘Fuji’. Assim, a diversificação de cultivares com épocas de maturação diferenciadas, desde antes da Gala até depois da Fuji, também são objetivos importantes do PMGM da Epagri.

2.5. Qualidade de frutos e capacidade de conservação

No mercado consumidor brasileiro, acostumado com os frutos da ‘Gala’ e da ‘Fuji’, predomina a preferência por maçãs de sabor doce e epiderme vermelha. Estes são os norteadores do PMGM na Epagri para padrão de qualidade visual e gustativa das maçãs. Além disso, a maçã está entre as poucas frutas que o consumidor consegue encontrar nas gôndolas dos supermercados e fruteiras o ano inteiro. Isso se deve à boa capacidade de conservação das maçãs em câmaras frias em relação a outras frutas, sendo este outro objetivo do PMGM da Epagri, ou seja: obter cultivares cujos frutos possam ser conservados sem perda da qualidade por longo tempo.

2.6. Demanda por mão-de-obra

Dentre os componentes que mais influenciam no custo de produção da maçã brasileira, a mão de obra necessária para as atividades de campo representa o principal, com cerca de 60% do total destes custos. Uma das características priorizadas pelo PMGM da Epagri, com intuito de reduzir ou de otimizar o uso de mão de obra na macieira, é a época de maturação e colheita dos frutos, como foi exemplificado acima. A operação de colheita é a que mais onera o custo de produção nos pomares de macieira no Brasil. A diversificação de cultivares com períodos de maturação e colheita escalonados, é uma forma de melhor distribuir a demanda de mão de obra ao longo da atual janela de colheita de maçãs no Brasil. Com isso, é possível se colher a mesma quantidade de frutas com menor contingente de pessoas e, conseqüentemente, a um menor custo e com melhor padrão de qualidade. Por outro lado, a ampliação da janela de colheita resulta também na redução do período de entre safra, encurtando o tempo de armazenagem da produção e propiciando melhor conservação dos frutos.

Além disso, a mão de obra requerida em algumas atividades tais como a poda, a condução de ramos e o raleio do excesso de frutos, pode ser reduzida ou até mesmo suprimida, com a incorporação de características específicas de arquitetura e hábito de frutificação das plantas. Germoplasma com ramos de crescimento aberto e com predominância de formação de órgãos de frutificação sobre formação de ramos, já está sendo usado nos atuais programas de hibridações (geração F₄ de hibridações), com o objetivo de reduzir a necessidade de mão de obra para abertura da copa (arqueamento de ramos) e poda.

Também dentre os objetivos almejados a médio e longo prazo, pode-se destacar o uso de germoplasma que permita suprimir o raleio de frutos nas hibridações, ou seja, cultivares que produzam apenas um ou dois frutos por cacho floral.

2.7. Principais cultivares híbridas de macieira desenvolvidas pelo PMGM da Epagri

Epagri 408-Condessa: cultivar de baixo requerimento de frio, lançada em 1998 (Denardi e Camilo, 1998a) e originária do cruzamento Gala x Malus 41. É indicada para cultivo em regiões de baixo acúmulo de frio hibernal (abaixo de 350 horas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$), onde a brotação precoce desta cultivar não apresenta riscos de danos por geadas tardias. Os frutos da ‘Condessa’ são vermelho-estriados, padrão bicolor, de sabor bastante doce e maturação dos frutos no início de janeiro (um mês antes da colheita da ‘Gala’). Floresce cedo demais para cultivo nos grandes polos produtores de maçãs (Fraiburgo/SC; São Joaquim/SC, Vacaria/RS), onde é frequente a ocorrência de geadas tardias. Possui tolerância à sarna da macieira (genes de resistência horizontal, mas não de imunidade). É suscetível à MFG, o que limita de certa forma seu cultivo em climas de verões quentes e úmidos. Representa uma opção muito interessante para colheita precoce e comercialização antes da colheita da ‘Gala’, época na qual os preços geralmente são bastante atrativos.

Epagri 404-Imperatriz: cultivar de médio requerimento de frio, lançada em 1996 (Denardi e Camilo, 1996), originária do cruzamento Gala x Mollie’s Delicious, muito bem adaptada ao clima sul brasileiro e boa resistência horizontal à sarna, além de ser imune à MFG. Os frutos da ‘Imperatriz’ são vermelho-estriados, de sabor doce a semiácido, tamanho médio a grande, colhidos no início de fevereiro, na mesma data da colheita dos frutos da ‘Gala’. Estudos de progênies realizados na Epagri confirmam o seu alto valor como genitor, visto que atualmente o programa dispõe de várias seleções avançadas, filhas da ‘Imperatriz’, portadoras de médio requerimento de frio, alta resistência à MFG, alta produtividade das plantas e alta qualidade dos frutos em sabor e aparência. Algumas dessas seleções também contemplam alta capacidade de conservação em câmaras frias. Tem como principal inconveniente o pedúnculo espesso e curto, que pode quebrar na colheita, deixando ferimento no fruto.

SCS417 Monalisa: cultivar de médio requerimento de frio, lançada em 2009 (Denardi *et al.*, 2013), é originária do cruzamento Gala x Malus 4. É indicada para regiões com pelo menos 500 horas de frio hibernal ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$). ‘Monalisa’ é a mais recente cultivares lançada pela Epagri, que além de muito bem adaptada ao clima do Sul do Brasil, é portadora de alta resistência genética à sarna e à MFG, não preferência ao ácaro vermelho da macieira, e boa tolerância ao oídio da macieira e à podridão amarga dos frutos. Tem também como características agrônômicas importantes, plantas com alta precocidade em iniciar a produção, alta capacidade de diferenciação de gemas de flor e, conseqüentemente, alta capacidade produtiva. Os frutos são de cor vermelha intensa, sem estrias, totalmente sem ‘russeting’ ou ‘bitter pit’, de aparência muito boa, sabor semiácido, mas também com alto teor de açúcar. A alta fitossanidade e a boa adaptação climática caracterizam a ‘Monalisa’ como uma boa opção para produção orgânica de maçãs no Sul do Brasil. A colheita dos frutos é na mesma época da colheita dos frutos da ‘Gala’. Esta cultivar está sob regime de proteção intelectual no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, com os direitos reservados à Epagri.

Daiane: cultivar de médio/alto requerimento de frio, lançada em 1998 (Denardi e Camilo, 1998b), é originária do cruzamento Gala x Princesa. É indicada para clima com no mínimo 550 horas de frio hibernal $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$. Os pontos positivos da ‘Daiane’ são a resistência à MFG, a alta precocidade em iniciar a produção, o alto potencial produtivo e a época de maturação e de

colheita dos frutos entre os períodos correspondentes da ‘Gala’ e da ‘Fuji’. Os frutos são vermelhos, com estrias discretas, ligeiramente mais alongados que os da ‘Gala’, apresentando muito boa aparência geral. A colheita no intervalo entre a colheita da ‘Gala’ e da ‘Fuji’, proporciona bom escalonamento de colheita com estas duas. O sabor é doce com baixa acidez e aroma bem pronunciado, conferindo qualidade gustativa muito boa. Esta cultivar está sob regime de proteção intelectual no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, com os direitos reservados à Epagri.

Além destas, outras cultivares de relevante valor genético, foram lançadas por este programa de melhoramento desde 1986: a) baixo requerimento de frio: ‘Princesa’ e ‘Duquesa’; b) médio requerimento de frio: ‘Primícia’, ‘Fred Hough’, ‘Joaquina’ e ‘Baronesa’; c) Alto requerimento de frio: ‘Fuji Suprema’, ‘Catarina’ e ‘Kinkas’. São portadoras de alta resistência à sarna, a ‘Primícia’, a ‘Fred Hough’, a ‘Joaquina’, a ‘Catarina’ e a ‘Kinkas’.

Na linha de melhoramento via seleção de mutações somáticas, foram lançadas as seguintes cultivares: ‘Lisgala’: mutação para cor de epiderme mais atraente; e ‘Castel Gala’: mutação para brotação, floração e maturação dos frutos precoce; ‘Fuji Suprema’: mutação da Fuji para melhor cor de epiderme; ‘Fuji Precoce’: maturação um mês antes da ‘Fuji’ standard.

2.8. Seleções de macieira em fases avançadas de avaliação

Além das cultivares já lançadas, atualmente há diversas seleções avançadas em avaliação em todo o Sul do Brasil, dentre as quais destacam-se a M.15/07, M.29/08 e M.65/07. Estas três seleções deverão ser lançadas como novas cultivares em 2015.

Abaixo estão listadas algumas das principais características de cada uma delas:

M.15/07: Seleção resultante do cruzamento ‘Imperatriz’ x ‘Cripps Pink’ (Pink Lady™); resistente à MFG; suscetível à sarna; melhor adaptada e mais precoce em iniciar a produção que a cv. Gala; alto potencial produtivo; frutos de coloração vermelha-bicolor, com estrias discretas, sem ‘russetting’; tamanho dos frutos um pouco maior que os da ‘Gala’; polpa dos frutos muito crocante e suculenta, com firmeza entre 17,0 e 17,5 Lb; capacidade de conservação dos frutos superior à da cv. Gala; teores de açúcares entre 12,5 e 13,0°Brix; acidez entre 0,40% e 0,45% de ácido málico; colheita a partir da segunda quinzena de janeiro (mesma época da cv. Gala).

M.29/08: Seleção resultante do cruzamento Imperatriz x Baronesa; melhor adaptada que as cultivares Gala e Fuji; resistente à MFG; suscetível à sarna; mais precoce em iniciar a produção que a cv. Fuji; alto potencial produtivo; frutos de coloração vermelha-bicolor, com ‘russetting’ restrito à cavidade peduncular; tamanho dos frutos médio; polpa dos frutos muito crocante e suculenta; firmeza entre 17,5 e 18,0 Lb; capacidade de conservação dos frutos superior aos da cv. Fuji; teores de açúcares entre 13,5 e 14,0°Brix; acidez entre 0,35% e 0,40% de ácido málico; colheita na primeira quinzena de março (entre as épocas da ‘Gala’ e da ‘Fuji’); tem se mostrado suscetível ao *Penicillium* spp. na armazenagem.

M.65/07: Seleção resultante do cruzamento ‘Imperatriz’ x ‘Cripps Pink’ (Pink Lady™); requerimento de frio hibernal similar ao da cultivar Gala; resistente à MFG; suscetível à sarna e à podridão branca dos frutos; planta com tendência de crescimento verticalizado dos ramos; mais precoce em iniciar a produção que a cv. Fuji; alto potencial produtivo; frutos de coloração vermelha-bicolor e com ‘russetting’ restrito à cavidade peduncular (semelhantes aos frutos de ‘Cripps Pink’ (Pink Lady™)); calibre dos frutos de tamanho médio a grande; polpa dos frutos muito crocante e suculenta; firmeza entre 17,5 e 18,0 Lb; teores de açúcares entre 14,0 e 14,5

°Brix; acidez entre 0,45% e 0,50% de ácido málico; capacidade de conservação dos frutos superior aos da cv. Fuji; colheita entre final de abril e início de maio (mesma época da Cripps Pink).

2.9. Metas futuras/Reestruturação do PMGM da Epagri:

O futuro reserva muitas mudanças no PMGM da Epagri, o qual está sendo reestruturado com o objetivo de torna-lo mais dinâmico e capaz de gerar cultivares em menos tempo, mantendo a evolução dos padrões de qualidade dos materiais até agora desenvolvidos.

Mais ações de pré-melhoramento estão sendo projetadas, com intuito de desenvolver um trabalho de base, que seja essencial para a sustentabilidade do programa de melhoramento ao longo do tempo, tais como: a busca por novos genes de interesse em consonância com objetivos recentemente incluídos no rol de características a serem melhoradas; a busca por novas fontes desses genes no banco de Germoplasma ou por meio da Introdução de cultivares obtidas por outros programas de melhoramento no exterior; a implantação de trabalho voltado exclusivamente para o desenvolvimento de germoplasma parental que contemple linhas paralelas, com bases genéticas distintas e, ao mesmo tempo, concentre cada vez mais genes de interesse; a detalhada caracterização morfológica e molecular das fontes de germoplasma parental procedentes do Banco de Germoplasma; dentre outras ações de pré-melhoramento.

A Epagri também está implantando um laboratório de marcadores moleculares com intuito de agregar ao PMGM trabalhos de genotipagem de germoplasma parental como ferramenta auxiliar na escolha de genitores para os programas de hibridação. Este laboratório será devidamente equipado para a realização de trabalhos de Seleção Assistida por Marcadores Moleculares (SAM), com foco em características de expressão tardia, tais como aparência, sabor, aroma, textura e capacidade de conservação dos frutos. Isto permitirá se trabalhar com populações segregantes maiores do que atualmente se pratica, aumentando as chances de se obter as cultivares almejadas.

Não menos importante, também está sendo reestruturada a rede de avaliação de seleções avançadas, a qual deverá ter abrangência em todas as regiões produtoras de maçãs no Sul do Brasil. Este estudo, com visão inovadora, envolverá todos os novos materiais elite desenvolvidos pelo PMGM, combinados com diversos porta-enxertos recentemente introduzidos no mercado internacional. Dessa rede de avaliação de genótipos copa x porta-enxertos, espera-se poder indicar as melhores combinações ‘cultivar copa x porta-enxerto’ a serem plantadas em cada região produtora. Busca-se, assim, a indicação regionalizada de cultivares de macieira no Brasil, em função da adaptação ao clima local, cultivadas sobre o porta-enxerto mais adequado para cada condição de solo e de sistema específico de cultivo.

Nas próximas décadas, espera-se conseguir desenvolver no PMGM da Epagri novas cultivares de macieira com alto padrão de qualidade de frutas, produtivas, bem adaptadas às condições climáticas locais, resistentes às principais doenças e pragas da macieira e que também demandem menos mão de obra, especialmente nas etapas de formação da copa das plantas e raleio dos frutos. Assim, almeja-se um programa de melhoramento mais dinâmico e ágil, capaz de explorar as interações específicas de cada polo produtor de maçãs no Brasil. Sempre focados no intuito de propiciar maior rentabilidade aos fruticultores e melhor qualidade de frutas ao mercado consumidor.

Referências bibliográficas

- Bleicher J.** 2006. História da macieira. En: EPAGRI. A Cultura da Macieira. Florianópolis: Epagri. pp.29-36.
- Boneti JIS, Cesa JD, Petri JL, Bleicher J.** 2006. Evolução da cultura da macieira. En: EPAGRI. A Cultura da Macieira. Florianópolis: Epagri. pp. 37-58.
- Camilo AP, Denardi F.** 2006. Cultivares: Descrição e comportamento no Sul do Brasil. En: EPAGRI. A Cultura da Macieira. Florianópolis: Epagri. pp. 113-168.
- Denardi F, Camilo AP, Kvitschal MV.** 2013. 'SCS417 Monalisa': Variedade de macieira com boa adaptação climática no Sul do Brasil e resistência múltipla a doenças e pragas. Revista Agropecuária catarinense. 26(1): 56-62.
- Denardi F, Camilo AP.** 1996. 'Epagri 404-Imperatriz' - Nova cultivar de macieira. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Anais... Curitiba: SBF, p.270.
- Denardi F, Camilo AP.** 1998a. Epagri 408-Condessa: nova cultivar de macieira de baixa exigência em frio hibernal. Revista Agropecuária Catarinense. 2(2): 12-15.
- Denardi F, Camilo AP.** 1998b. Daiane: Nova cultivar de macieira para colheita em março. Revista Agropecuária Catarinense. 11(3): 6-8.
- Denardi F, Hough LF.** 1987. Apple breeding in Brazil. HortScience, 22(6): 1231-1233.
- Luby JJ.** 2003. Taxonomic Classification and Brief History. In: Ferree DC, Warrington IJ. Apple: Botanic, Production and Uses. Oxon: CABI Publishing, pp. 1-14.
- Petri JL, Palladini LA, Schuck E, Ducroquet JHJ, Matos, CS, Pola AC.** 1996. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: Epagri, p.110 (Boletim Técnico 75).
- Sansavini S, Donati F, Costa F, Tartarini S.** 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: New varieties for the European market. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 13-52.
- Ushirozawa K.** 1978. A cultura da maçã: experiência catarinense. Florianópolis: IOESC, 295p.

AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA PSILA DEL PERAL (*Cacopsylla pyricola* Förster)

Mujica, Valentina¹; Valle, Diana¹; Zoppolo, Roberto¹

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Las Brujas.
e-mail: vmujica@inia.org.uy

Palabras clave: Psila del peral, Manejo integrado, Enemigos naturales, Perales, Fluctuación poblacional.

Resumen

Históricamente, la psila del peral ha sido una plaga secundaria en los montes de perales del Uruguay. En estos últimos años, esta característica ha ido cambiando en virtud de las nuevas técnicas de producción que implican menor uso de insecticidas contemplando además la inocuidad de los productos y la sustentabilidad ambiental. Al disminuir el uso e impacto de los insecticidas dirigidos a las plagas primarias, se generó un adelanto en el momento de aparición de esta plaga, a la vez que los ataques que se presentan son más agresivos. Por esta razón se buscó la implementación de medidas de manejo que disminuyan la población de psila y a la vez favorezcan a sus enemigos naturales. Actualmente se está evaluando el efecto de un manejo diferencial de la cobertura vegetal espontánea sobre las poblaciones de psila y sus enemigos naturales con resultados promisorios, ya que las parcelas que se mantuvieron con vegetación espontánea sin corte a lo largo del ciclo del cultivo presentaron menor número de adultos de psila en los árboles hacia el final de la temporada.

Introducción

Actualmente la tendencia, tanto a nivel nacional como mundial, es reducir y restringir el uso de plaguicidas persiguiendo básicamente dos fines: por un lado, la inocuidad (productos alimenticios con el mínimo y nulo residuo de plaguicidas) y por otro la sustentabilidad ambiental (minimizar los efectos nocivos sobre el medio ambiente incluyendo también como integrantes del mismo a los propios productores y trabajadores). Este hecho genera consecuencias sobre el conjunto de plagas que se deben controlar. En el caso concreto de la psila del peral, estamos ante una plaga secundaria (menor afectación al cultivo) cuya incidencia e importancia ha empezado a variar. Al disminuir el uso e impacto de los insecticidas dirigidos a las plagas primarias, se generó un adelanto en el momento de aparición de esta plaga, a la vez que los ataques que se presentan son más agresivos. Buena parte de la disminución de uso de insecticidas se debe a la exitosa aplicación de la técnica de manejo regional de plagas (Duarte *et al.*, 2014) para carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Cydia molesta*). Este cambio drástico en el manejo va a impulsar cambios mucho más acelerados en el comportamiento de la psila de los que se vienen dando. Esto a su vez acrecienta la necesidad de identificar estrategias para el control de la psila compatibles con el programa recién mencionado, promoviendo alternativas de mínimo uso de agroquímicos y maximización de las alternativas biológicas.

Cacopsylla pyricola (Förster), llamada comúnmente psila del peral, es un homóptero perteneciente a la familia Psyllidae. Su importancia como plaga de los perales comenzó a fines de los años 80, adquiriendo su accionar una nueva dimensión luego de la implementación masiva de la técnica de confusión sexual para el control de *Cydia molesta* y *Grapholita molesta* en los frutales de pepita. La psila se asemeja a una pequeña cigarra, mide entre 2 y 2,5 mm de largo, siendo característica la mancha oscura en la mitad de las alas anteriores, en la parte dorsal del abdomen. Presenta dos morfo-tipos, uno de verano y otro de invierno. El adulto de verano es más pequeño y de coloración amarillo verdosa, mientras que la forma invernante es de mayor tamaño y de coloración pardo oscura (Bentancourt y Scatoni, 2010). Estos dos morfo-tipos también presentan diferencias con respecto a los lugares de oviposición. Los adultos de verano oviponen sobre las hojas en la cercanía de la nervadura central, en los pecíolos y sépalos de las flores (lugares preferidos). En el caso de los adultos de invierno lo hacen en las rugosidades de las ramas próximas a las yemas. Los adultos invernales son los que dejan el frutal en el invierno para hibernar en otros refugios aunque una parte de ellos se queda en la misma planta huésped. Dada la marcada movilidad de los invernales, éstos son considerados la forma de dispersión de la especie.

Pasan por 5 estadios ninfales para completar su desarrollo, los cuales se recubren de una mielecilla que producen mientras se alimentan y que les sirve además de protección. Cuando se dan temperaturas superiores a los 38°C la mielecilla puede cristalizarse causando la muerte de las ninfas. Esto explica, en parte, el descenso de poblaciones en temporadas con veranos sumamente calurosos. La psila del peral es una especie multivoltina que requiere completar 336 grados-día para completar el desarrollo de una generación, por lo que si se considera un umbral mínimo de desarrollo de 6°C, esta especie podría cumplir entre seis y ocho generaciones anuales en nuestro país.

Ocasiona daños tanto directos (alimentación sobre la planta) como indirectos, ya que debido a la producción de mielecilla por parte de las ninfas, se dan condiciones para que crezca un hongo (fumagina) causando el ennegrecimiento de las plantas afectadas y la consecuente disminución de fotosíntesis. Durante la alimentación estos insectos pueden además inyectar una toxina y son también capaces de transmitir un fitoplasma lo cual, incide sobre el desarrollo y crecimiento del peral.

En Uruguay los ataques de la psila se dan comúnmente en post-cosecha, cuando ocurren incrementos poblacionales de consideración. El número creciente de insectos alimentándose sobre los árboles provoca un enrojecimiento prematuro de las hojas y la posterior caída de las mismas. Al mismo tiempo, las zonas más atacadas de los montes adquieren una coloración negruzca generalizada a consecuencia de la fumagina que se desarrolla. Es común que a través de los años los daños se repitan en las mismas zonas del monte frutal.

Materiales y métodos

Con el objetivo de determinar el efecto de la cobertura vegetal sobre las poblaciones de psila se instaló un experimento en la estación experimental Wilson Ferreira Aldunate del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Las Brujas, Canelones, Uruguay.

Se utilizaron dos montes de perales de la variedad William's en plena producción, plantados en el año 1981 en una superficie de 2 hectáreas. Los montes son similares en vigor y en estado general. Éstos fueron divididos en dos, aplicando un diseño de bloques completo al azar con

dos repeticiones y dos tratamientos. El tratamiento 1 correspondió al manejo tradicional (corte de la vegetación de la entrefila y uso de herbicida en la fila), mientras que en el tratamiento 2 no se realizó ningún manejo, permitiendo que la vegetación espontánea prosperase naturalmente. Con el objetivo de observar si hubo diferencia de capturas en los distintos tratamientos y si estos influyeron el ciclo de la plaga, se emplearon varios métodos de muestreos: aspirado de los árboles y la vegetación circundante, trampas amarillas engomadas, muestreos en planta (Bues *et al.*, 2003; Fitzgerald y Solomon, 2004; Jenser *et al.*, 2010). Los muestreos se iniciaron el 20 de septiembre del 2012 y finalizaron el 27 de junio 2013, los mismos tuvieron una frecuencia semanal y fueron hechos siempre a la misma hora, en las primeras horas de la mañana.

Se utilizaron trampas amarillas de 10 cm por 20 cm que se colocaron en un número de dos por tratamiento y se cambiaron semanalmente, contabilizando en ellas la presencia de adultos de psila. Los muestreos en planta se llevaron a cabo observando 3 dardos por árbol en 10 árboles por tratamiento elegidos al azar (Simone, 2004). Se observaron las hojas, y los brotes con lupa 20X y se contabilizaron los adultos presentes. Los aspirados se realizaron con un soplador/aspirador SOUPLAN PRO (modelo PPB 200 producido por Poulan Pro USA). Se aspiró la copa de diez árboles y la vegetación circundante de cada árbol. El material colectado se llevó al laboratorio de Protección Vegetal de INIA, donde fue guardado a -20°C por media hora. Posteriormente se colocó el material en alcohol 70% y se separaron los insectos del material vegetal. Se procedió posteriormente a la identificación y al conteo de las psilas encontradas especificando siempre el monte de procedencia y la fecha de colecta.

El primer corte de entrefila fue hecho en Noviembre, y se aplicó un herbicida de amplio espectro en la fila, repitiéndose el tratamiento cada mes y medio. La evaluación de la flora espontánea presente en la entrefila, en el tratamiento sin corte, fue hecha con la ayuda de un experto botánico. Dicha evaluación empezó en el mes de Diciembre con una cadencia mensual. En el tratamiento con corte no se juzgó necesaria tal evaluación ya que la entrefila fue siempre mantenida corta.

Resultados

Las capturas totales tanto de ninfas como de adultos de psila a lo largo de la temporada de evaluación difirieron entre los tratamientos. Independientemente del método de muestreo implementado las capturas de psilas siempre fueron superiores en los tratamientos con corte (Figuras 1 y 2).

En general, los dos tratamientos no mostraron diferencias en capturas hasta el mes de noviembre; a partir del mismo las capturas comenzaron a aumentar en el tratamiento con corte, manteniéndose la mayor parte del tiempo de evaluación por encima de los tratamientos sin corte. Con algunas diferencias en los momentos de máxima, en todos los métodos de muestreo evaluados se pudo observar el mismo patrón, presentándose siempre mayores poblaciones de psila en los tratamientos con corte.

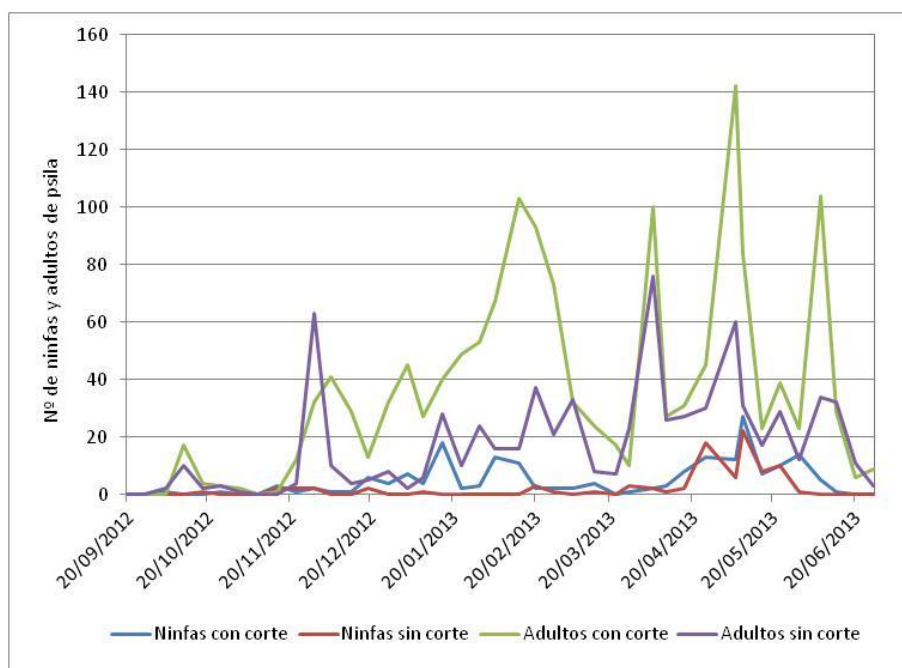


Figura 1. Número de ninfas y adultos colectados con aspirador en los tratamientos con y sin corte

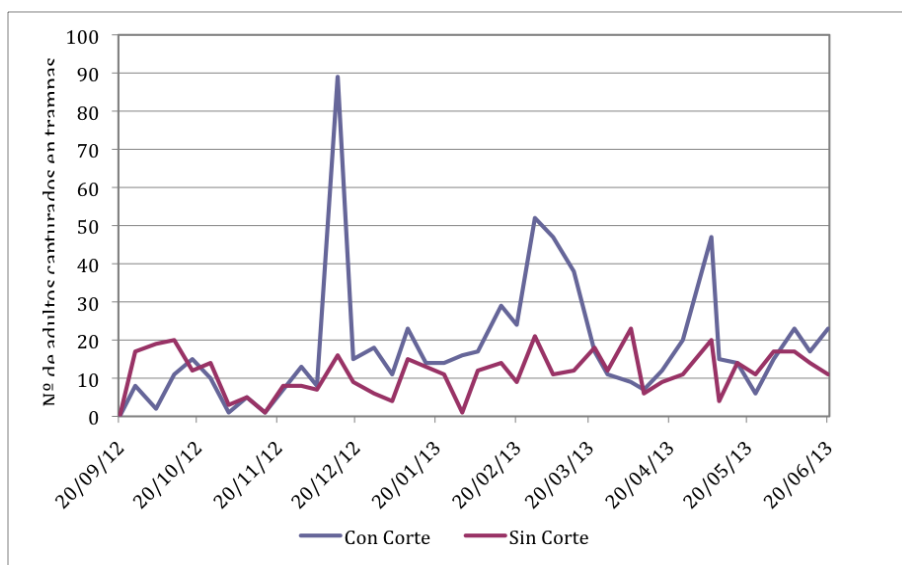


Figura 2. Número de adultos colectados en trampas amarillas en los tratamientos con y sin corte

En el Cuadro 1 se detallan las especies encontradas en flor durante las evaluaciones de la flora espontánea presente en la entrefila en el tratamiento 2 (sin corte) a lo largo de todo el año. Las especies más abundantes fueron: *Centaurea cyanus*, *Chrysanthemum segetum*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*.

Cuadro 1. Detalle de las especies presentes en flor en entrefila y fila del tratamiento sin corte durante la temporada de evaluación

Entre fila		Fila	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
Ambrosia tenuifolia	Altamisa	Agalinis communis	
Cichrium intybus	Achicoria	Chrysanthemum segetum	
Cirsium vulgare	Cardo negro	Daucus carota	Zanahoria salvaje
Centaurea cyanus	Azulejo, Aciano	Echium plantagineum	Bublosa, Flor morada
Conyza bonariensis	Rama negra	Geranium dissectum	Geranio
Conyza primulifolia		Glandularia selloi	Verbena
Cyclosporum leptophyllum	Apio fino	Lotus corniculatus	
Daucus carota	Zanahoria salvaje	Medicago lupulina	Alfalfa lupulina
Dipsacus fullonum	Cardo de cardar	Medicago polymorpha	Trébol carretilla
Glandularia selloi	Verbena	Nothoscordum gracile	Ajo oloroso, Cebolla silvestre
Hypochaeris radicata		Picris echioides	Pega-pega
Lotus corniculatus		Senecio Brasiliensis	Senecio
Medicago polymorpha	Trébol carretilla	Silene gallica	
Phacelia tanacetifolia		Sonchus oleraceus	Cerraja
Senecio madagascariensis	Senecio de Madagascar	Trifolium repens	Trébol blanco
Solanum sisymbriifolium	Revienta caballo	Vicia angustifolia	Arvejilla
Sonchus oleraceus	Cerraja		
Trifolium pratense	Trébol rojo		
Trifolium repens	Trébol blanco		

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten demostrar la influencia que la flora espontánea presente en la entrefila ejerce sobre las poblaciones de psila.

La primera diferencia más destacada en los tratamientos evaluados lo constituye el monto de capturas totales de psila. Estos resultados pueden ser explicados por una mayor presencia de enemigos naturales en los montes con entrefila en flor. Plantas como *C. cantusa*, *Anthemis arvensis*, *Chrysanthemum segetum*, *Lolium perenne*, *Sinapsis alba* y *Trifolium repens* resultan ser muy atractivas para los enemigos naturales. Estos insectos benéficos resultan favorecidos por la presencia de refugios, presas alternativas y néctar y polen, presentes en la flora espontánea. Plantas como *Lolium perenne* y *Sinapsis alba* por ejemplo resultan ser muy beneficiosas para insectos como los antocóridos o los míridos, ambos activos predadores de la psila del peral (Rieux *et al.*, 1999). También un elevado número de especies de microhimenópteros y sírfidos resultan ser favorecidos y atraídos por el polen de las plantas en flor. En particular los sírfidos necesitan alimentarse de polen antes de poder llevar a maduración los ovarios (Fitzgerald y Solomon, 2004).

En relación a la fluctuación poblacional, en ambos tratamientos las primeras capturas de psila corresponden al mes de octubre. Este hecho demuestra que en los últimos años, probablemente debido a los cambios climáticos, la psila del peral atrasó su ciclo. El retorno a los perales no corresponde más al mes de agosto (Bentancourt y Scatoni, 2010). Luego del primer corte de la entrefila, efectuado en el mes de Noviembre, se empiezan a notar las diferencias en capturas en los dos tratamientos. Este hecho destaca nuevamente la importancia de la entrefila en flor, favoreciendo la presencia de enemigos naturales, que permiten contener el número de capturas de esta plaga. En el tratamiento 2 además, las capturas siguen un comportamiento casi constante, debido probablemente al hecho que los principales enemigos naturales se alimentan sobre las ninfas de psila. Esto implica que los adultos oviponen normalmente, pero el porcentaje de la descendencia que llega a maduración resulta muy bajo. Los únicos antagonistas que se alimentan de los adultos son las arañas. Estas resultarían ser las más beneficiadas por la presencia de entrefila en el monte, debido a que pueden tener un amplio rango de presas alternativas y refugio (Horton *et al.*, 2009). La presencia de las arañas permitiría un control sobre los adultos de psila, haciendo que en el

tratamiento 2 se encuentre un menor número de adultos con consecuente menor número de posturas. En el tratamiento con corte, en tanto, los adultos resultan ser siempre mayores, lo cual provoca un mayor número de posturas y debido a que el número de enemigos naturales presentes debería ser menor, estas posturas se desarrollan normalmente provocando en cada generación, un aumento en el número de adultos.

Recomendaciones de manejo

Es necesario estar atento a la aparición de esta plaga. Para un buen manejo integrado de la psila además de estar monitoreando su presencia debemos combinar aspectos de manejo del cultivo como el que se viene analizando de una cobertura que suministra refugio, néctar y polen, junto con las posibles acciones directas sobre la plaga:

- Manejar el vigor de las plantas
- Evitar fertilizaciones nitrogenadas desmedidas
- Considerar los portainjertos más tolerantes al momento de realizar nuevas plantaciones
- Usar insecticidas selectivos para proteger a los enemigos naturales

Se continúa con el estudio de las poblaciones de psila, así como la riqueza de enemigos naturales y su identificación, a los efectos de ajustar las recomendaciones del manejo de la cobertura para maximizar los efectos deseados y minimizar aquellas consecuencias secundarias no buscadas.

Bibliografía

Bentancur C, Scatoni I. 2010. “Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola forestal en el Uruguay” Editorial Hemisfero Sur S.R.L.pp. 160-162.

Bues R, Boundinhon L, Toubon JF. 2003. Resistance of pear psylla (*Cacopsylla pyri* L.; Hom., Psyllidae) to deltamethrin and synergism with piperonyl butoxide. *Journal of Applied Entomology*, 127: 305-312.

Duarte F, Bermúdez A, Mujica MV, Scatoni IB. 2014. Manejo regional de lepidópteros plaga de frutales de hoja caduca de la zona sur del Uruguay. En: 13º Congreso Nacional de Horti-Fruticultura; 3-7-setiembre; 2014; Montevideo, Uruguay. p.123.

Fitzgerald JD, Solomon MG. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? *Biocontrol science and technology*, 14 (3): 291-300.

Horton D, Jones V, Unruh T. 2009. Use of a new immunomarking method to Assess movement by generalist predators between a cover crop and tree canopy in a pear orchard. *American Entomologist*, 55 (1): 1-8.

Jenser G, Szita E, Bálint J. 2010. Measuring pear psylla population density (*Cacopsylla pyri* an *C.pyricola* Foster): review of previous methods and evaluation of a new technique. *North-Western Journal of zoology*, 6 (1): 54-62.

Rieux R, Simon S, Defrance H. 1999. Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73: 119-127

Simone N. 2004. Orchard monitoring manual for pests, natural enemies and diseases of apple, pear and cherry. [En línea] Center of Agricultural Partnerships. Consultado el 02/09/2014. Disponible en: <http://www.agcenter.org/PestManualEnglish.pdf>

CONTROL QUÍMICO DE PSILA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL DECAIMIENTO DEL PERAL Y DESÓRDENES ASOCIADOS.

Mujica, Valentina; Silvera, Mariana; Goncalvez, Lucía; Leoni, Carolina y Maeso, Diego¹

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Las Brujas

e-mail: dmaeso@inia.org.uy

Palabras clave: psila, *Cacopsylla pyricola*, decaimiento del peral, *Candidatus Phytoplasma pyri*

Introducción

Actualmente existe una tendencia a reducir y restringir el uso de plaguicidas, básicamente para asegurar la inocuidad de los alimentos y minimizar los efectos nocivos sobre el medio ambiente, productores y trabajadores. Esto genera consecuencias sobre el conjunto de plagas y enfermedades que se que se deben manejar. En el caso de la psila del peral, su incidencia e importancia ha cambiado, pasando de ser una plaga secundaria a ser una primaria. Al disminuir el uso e impacto de los insecticidas dirigidos a las plagas primarias, se generó un adelanto en el momento de aparición de esta plaga, a la vez que los ataques que se presentan son más agresivos. Buena parte de la disminución de uso de insecticidas se debe a la exitosa aplicación de la técnica de manejo regional de plagas para carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Cydia molesta*) (Duarte *et al.*, 2014). Esto a su vez acrecienta la necesidad de identificar estrategias para el control compatibles con el programa recién mencionado, promoviendo alternativas de mínimo uso de agroquímicos y maximización de las alternativas biológicas.

Adicionalmente en los últimos años se ha confirmado la presencia de la enfermedad conocida como decaimiento del peral (pear decline) en nuestro país (Maeso *et al.* 2012). La misma es ocasionada por un fitoplasma (*Candidatus Phytoplasma pyri*), organismo relacionado con las bacterias, habitante del floema de perales y membrilleros. Su presencia en este tejido ocasiona perjuicios en el transporte de savia elaborada en las plantas injertadas. Éstas pueden presentar dos tipos de síntomas de acuerdo a su sensibilidad. El más severo se trata de un marchitamiento rápido provocado por la muerte del pie y se registra en plantas sobre portainjertos asiáticos (*Pyrus serotina*) y algunos pies de *Pyrus comunis*. Los síntomas más comunes corresponden al llamado “decaimiento lento” que incluye el enrojecimiento prematuro de las hojas con plegado hacia el haz en el sentido de la nervadura principal y de ésta hacia el ápice (epinastia), caída prematura de hojas y cambio de su consistencia volviéndose quebradizas y coriáceas, además de afectar la brotación-floración-vigor en la primavera siguiente. La intensidad del decaimiento lento depende de la sensibilidad de la combinación variedad-portainjerto siendo los síntomas más severos en las combinaciones menos vigorosas, principalmente aquellas sobre membrilleros.

El decaimiento del peral es transmitido por la psila, siendo este insecto la principal fuente de supervivencia entre temporadas y de diseminación entre plantas. Al comienzo de la temporada la proporción de insectos y plantas infectadas es baja aumentando a medida que avanza la estación. Entre las medidas de manejo de la enfermedad se mencionan el uso de material propagativo libre de la enfermedad y poco sensible a la misma, la erradicación de plantas enfermas y debilitadas por esta causa y el control de psila fundamentalmente en etapas tempranas del ciclo de cultivo (Seemuller, 1989; Giunchedi, 2003).

Durante las temporadas 2012-13 y 2013-2014 se realizó este trabajo con los objetivos de:

- 1) determinar los momentos óptimos para el control de psila en las etapas finales del ciclo (a partir de fin de febrero).
- 2) determinar el efecto del control otoñal de la plaga sobre la incidencia de decaimiento y desórdenes de floración.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en un monte de pera Abate Fetel injertado sobre membrillero Adams de 7 años de edad en INIA Las Brujas durante 2013 y 2014. La distancia de plantación entre filas fue de 3.5 m y el diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco repeticiones. Los bloques correspondieron a diferentes sistemas de conducción (bloque 1: tres ejes, 1,5 m entre plantas, 1904 pl./ha; bloque 2: dos ejes, 1 m entre plantas, 2857 pl./ha; bloques 3, 4 y 5: eje central, 0,5 m entre plantas, 5714 pl./ha). Las parcelas contaban con un número variable de plantas (5-15).

Se realizaron aplicaciones de insecticidas con atomizadora de mochila a motor (Sthil) y para evitar la deriva entre parcelas se utilizaron cortinas plásticas. El producto utilizado correspondió a Delegate WG de Agro Dow Science (Spinetoram) a una dosis de 15 g/100 l + 250 cc aceite. El gasto por tratamiento fue de 10 l (a punto de goteo), equivalente a 1000 l/ha en base al número de plantas. Los tratamientos fueron: 1- Testigo sin tratar, 2- Cinco aplicaciones quincenales (a partir de 1/3/2013 y 3/3/2014), 3- Cuatro aplicaciones quincenales (a partir de 15/3/2013 y 17/3/2014), 4- Tres aplicaciones quincenales (a partir de 1/4/2013 y 31/3/2014), 5- Dos aplicaciones quincenales (a partir de 15/4/2013 y 14/4/2014), 6- Una aplicación (30/4/2013 y 28/4/2014).

Seguimiento de poblaciones de psila. Se evaluó periódicamente el número de ninfas, presencia de adultos y presencia de mielecilla por 30 hojas por parcela. La población de adultos de psila fue monitoreada semanalmente mediante seis trampas amarillas engomadas (20 x 10 cm) distribuidas dentro del ensayo.

Grado de enrojecimiento Se registró el grado de enrojecimiento de cada planta usando una escala 0-5 (donde 0 = sin enrojecimiento, 1= algunas hojas que comienzan a enrojecer, 2= menos del 50% del follaje con inicio de enrojecimiento, 3= más del 50% del follaje con inicio de enrojecimiento, 4= más del 50% del follaje enrojecido y 5= total del follaje con enrojecimiento intenso) en seis oportunidades por temporada a partir de fines de febrero.

Detección de fitoplasma en plantas e insectos

La presencia de *CandidatusPhytoplasma pyri* fue analizada en el floema de la base de ramas de 1-2 años y en grupos de 5-10 insectos mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se utilizaron los primers específicos para fitoplasmas de grupo SrX (f01: 5'CGGAAACTTTTAGTTTCAGT 3' y r01: 5' AAGTGCCCAACTAAATGAT 3') con el siguiente ciclo: 94° C 1 minuto, 55° C 1 minuto y 15 segundos (34 repeticiones), 72° C 1 minuto y 30 segundos y 72° C 10 minutos (Lorenz *et al.*, 1995). Para la extracción de ADN se siguió el protocolo de Marzachi *et al.* (1999).

El día previo a cada aplicación de insecticida se tomaron dos muestras por parcela correspondientes a plantas con follaje verde y enrojecido respectivamente en tres repeticiones (13/3, 2/4, 16/4, 29/4 y 14/5/2013 y 27/2, 13/3, 27/3, 9/4, 23/4, 8/5/2014). Totalizando 15 y 18 plantas con follaje verde y 15 y 18 enrojecido por tratamiento en cada temporada.

A su vez, en el monte evaluado se colectaron periódicamente psilas las cuales fueron analizadas en grupos de 5-10 individuos según disponibilidad.

Floración. Se evaluó la calidad de la floración, determinando los porcentajes de yemas muertas, de yemas brotadas sin corimbo floral, de yemas con 1-3 flores por corimbo y con 4 o más flores en las plantas centrales de cada parcela durante la floración (24/9/13 y 17/9/14).

Análisis de datos. Los datos de las poblaciones de psila, de la incidencia de enrojecimiento y la calidad de la floración se analizaron mediante ANOVA y posterior separación de medias por la prueba de contrastes múltiples de Duncan. Para determinar si existió asociación entre presencia de enrojecimiento y detección de fitoplasmas en las diferentes fechas y en el total de cada estación se utilizó la prueba de Chi².

Resultados y discusión.

Temporada 2013

Seguimiento de poblaciones de psila.

En la Figura 1 se muestra la evolución del número de individuos de psila/día capturados en trampas amarillas pegajosas en el experimento. En los Cuadros 1, 2 y 3 se muestran los resultados de las evaluaciones realizadas en 2013 del número de ninfas, presencia de adultos y presencia de mielecilla cada 30 hojas.

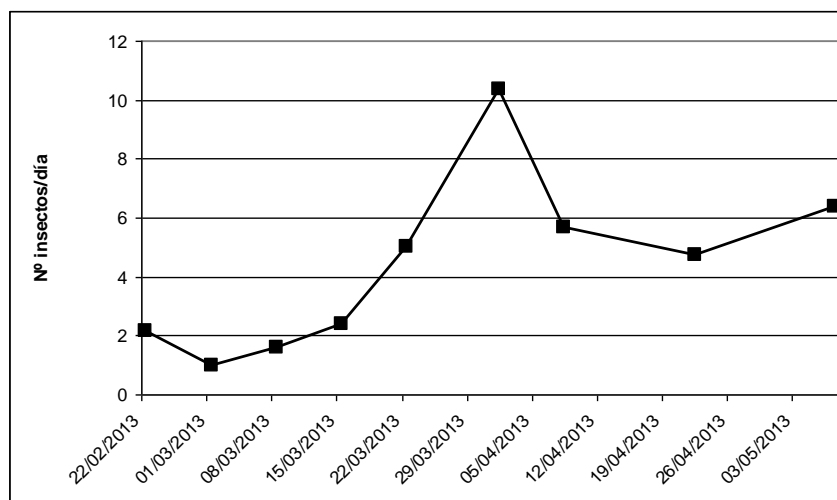


Figura 1. Número de psilas/día capturadas en el experimento en trampas amarillas pegajosas durante la temporada 2013.

Cuadro 1. Número de ninfas cada 30 hojas. Temporada 2013.

Tratamientos	Fecha de evaluación					
	01/03	08/03	22/03	08/04	22/04	07/05
1. Testigo sin tratar	13.8 ab ^{1,2}	15.8 ab ²	10.6 bc ²	17.0 b ³	39.2 cd ³	45.0 c ³
2. Cinco aplicaciones	3.6 a	5.4 a	1.4 a	0.2 a	0.6 a	1.0 a
3. Cuatro aplicaciones	10.0 ab	11.2 ab	4.4 ab	2.2 a	2.2 a	1.6 a
4. Tres aplicaciones	12.0 ab	15.0 ab	11.0 bc	12.0 b	11.8 b	6.2 a
5. Dos aplicaciones	11.2 ab	13.0 ab	7.4 abc	16.6 b	25.3 c	11.6 b
6. Una aplicación	20.8 b	26.4 b	15.4 c	25.6 c	42.6 d	40.4 c
CV ³	36.1	36	37	21.6	22.7	24

¹ Datos originales que fueron transformados por $\sqrt{x+1/2}$ para su análisis

² Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 10% por la prueba Duncan de rangos múltiples

³ Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 1% por la prueba Duncan de rangos múltiples

Cuadro 2. Presencia de adultos por tratamiento. Temporada 2013.

Tratamientos	Fecha de evaluación					
	01/03	08/03	22/03	08/04	22/04	07/05
1. Testigo sin tratar	4.0ab ^{1,2}	5.0 b ²	7.8 ab ²	9.6 b ³	19.2 d ³	16.0 b ³
2. Cinco aplicaciones	1.6 a	1.6 a	1.8 a	1.8 a	2.4 a	5.0 a
3. Cuatro aplicaciones	1.6 a	1.6 a	3.4 ab	5.4 b	3.4 ab	5.6 a
4. Tres aplicaciones	2.8 ab	2.6 ab	7.2 ab	6.4 b	7.6 bc	6.4 a
5. Dos aplicaciones	3.0 ab	3.6 ab	8.0 b	7.6 b	13.8 cd	21.6 b
6. Una aplicación	5.8 b	6.0 b	8.0 b	7.8 b	21.4 d	17.6 b
Coefficiente de variación	31	33	35	25	24	29

¹ Datos originales que fueron transformados por $\sqrt{x+1/2}$ para su análisis

² Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 5% por la prueba Duncan de rangos múltiples

³ Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 1% por la prueba Duncan de rangos múltiples

Cuadro 3. Presencia de mielecilla. Temporada 2013.

Tratamientos	Fecha de evaluación				
	01/03	08/03	22/03	08/04	22/04
1. Testigo sin tratar	4.2 c ^{1,2}	4.2 c ²	3.4 b ²	4.8 c ²	5.0 d ²
2. Cinco aplicaciones	2.6 ab	2.6 ab	0.4 a	0.4 a	0.2 a
3. Cuatro aplicaciones	3.8 bc	3.8 bc	2.4 b	2.0 b	1.2 b
4. Tres aplicaciones	2.6 a	2.6 a	3.8 b	2.6 b	3.0 c
5. Dos aplicaciones	3.8 bc	3.8 bc	3.2 b	4.8 c	4.4 d
6. Una aplicación	4.8 c	4.8 c	3.8 b	4.8 c	4.8 d
Coefficiente de variación	11	12	17	12	11

¹ Datos originales que fueron transformados por $\sqrt{x+1/2}$ para su análisis

² Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 1% por la prueba Duncan de rangos múltiples

Grado de enrojecimiento

En el cuadro 4 se muestran los resultados de la evaluación de enrojecimiento correspondientes a la temporada 2013. Los tratamientos 3 y 2 mostraron mayor grado de enrojecimiento a fin de temporada.

Cuadro 4. Evolución del grado de intensidad de enrojecimiento durante la temporada 2013.

Tratamientos	Fecha de evaluación				
	15/02	08/03	26/03	12/04	26/04
1. Testigo sin tratar	0.3 ^{1,2}	1.1	1.8	2.1	2.3 a ³
2. Cinco aplicaciones	0.5	1.0	1.6	2.3	3.2 b
3. Cuatro aplicaciones	0.8	1.7	2.2	3.0	4.1 c
4. Tres aplicaciones	1.0	1.4	1.9	2.6	3.0 ab
5. Dos aplicaciones	0.7	1.3	2.0	2.5	3.0 ab
6. Una aplicación	0.5	1.3	1.8	2.3	2.5 ab
Coefficiente de variación	70	38	26	23	19.5

¹ Datos correspondientes a una escala 0-5 donde 0 = sin enrojecimiento, 1= algunas hojas que comienzan a enrojecer, 2= menos del 50% del follaje con inicio de enrojecimiento, 3= más del 50% del follaje con inicio de enrojecimiento, 4= más del 50% del follaje enrojecido y 5= total del follaje con enrojecimiento intenso.

² No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

³ Los valores seguidos por igual letra no difieren significativamente por la prueba Duncan de rangos múltiples al 5%.

Detección de fitoplasma en plantas

En total se detectó el fitoplasma en 14 muestras, siete en la primer fecha de muestreo (13/3, una del tratamiento 3, tres del 4 y tres del 5), tres correspondientes a la segunda fecha de muestreo (2/4, tratamientos 2, 3 y 4), y cuatro en la tercera fecha de muestreo (16/4, tratamientos 2, 3 y 5) (Figura 3). La detección en las tres primeras fechas de muestreo sugiere que la infección pudo haber sido previa al comienzo de los tratamientos evaluados, lo cual explicaría la falta de efecto de los tratamientos de insecticidas en la trasmisión y el grado de enrojecimiento.

A pesar de que no se encontró asociación entre detección y presencia de coloración rojiza la mayoría de las detecciones de fitoplasmas se dieron en plantas con enrojecimiento (10 frente a 4) y a su vez principalmente en los tratamientos 2, 3, y 4 los cuales también presentaron mayor grado de enrojecimiento.

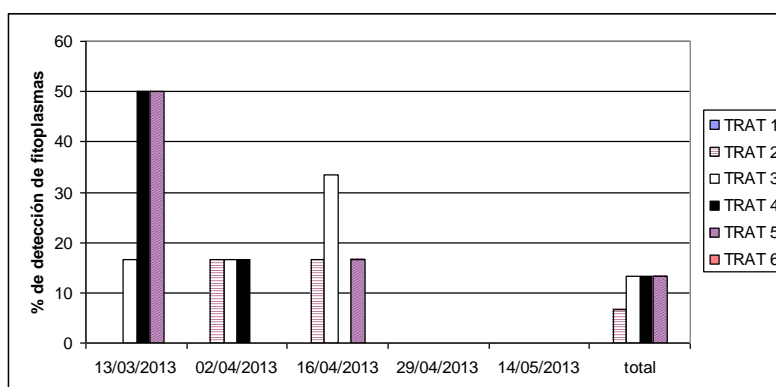


Figura 3. Porcentaje de detección de fitoplasmas en los tratamientos evaluados por PCR en los diferentes momentos de muestreo y en el total de muestras de la temporada.

Detección de fitoplasma en insectos

Se colectaron entre 38-53 insectos adultos en todas las fechas de muestreo que se analizaron en grupos de 5-10 insectos. El porcentaje de grupos con detección de fitoplasmas fue alto y aumentó hacia el fin de temporada coincidiendo con lo citado en la bibliografía. De acuerdo a estos datos al comienzo del experimento ya existía un porcentaje apreciable de vectores

portadores de fitoplasmas con capacidad para transmitir la enfermedad previo a la aplicación de los tratamientos (Figura 4).

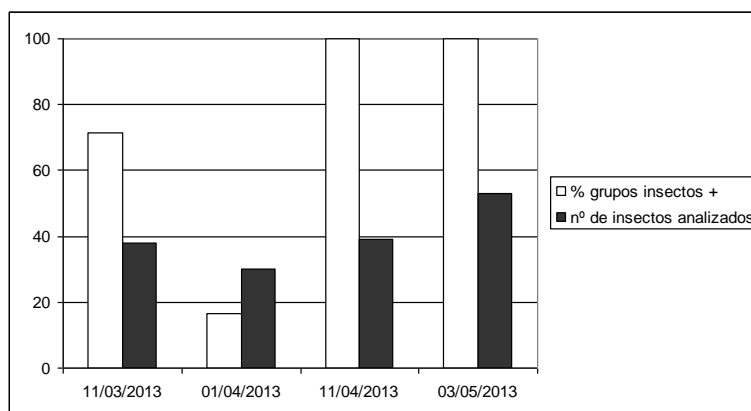


Figura 4. Número total de insectos analizados por PCR y porcentaje de detección de fitoplasmas en los mismos.

Efecto sobre la floración.

En esta temporada no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los parámetros evaluados oscilando los porcentajes de yemas muertas y brotadas sin corimbo floral entre 1.4-4.1, el de 1-3 flores entre 0.8-3.1 y el de >4 flores entre 90-95%.

Temporada 2014

Seguimiento de poblaciones de psila.

En la Figura 5 se muestra la evolución del número de individuos de psila/día capturados en trampas amarillas pegajosas en 2014 el cual fue notoriamente inferior a 2013. Únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de ninfas cada 30 hojas y presencia de mielecilla en la evaluación del 24/3 (Cuadro 6).

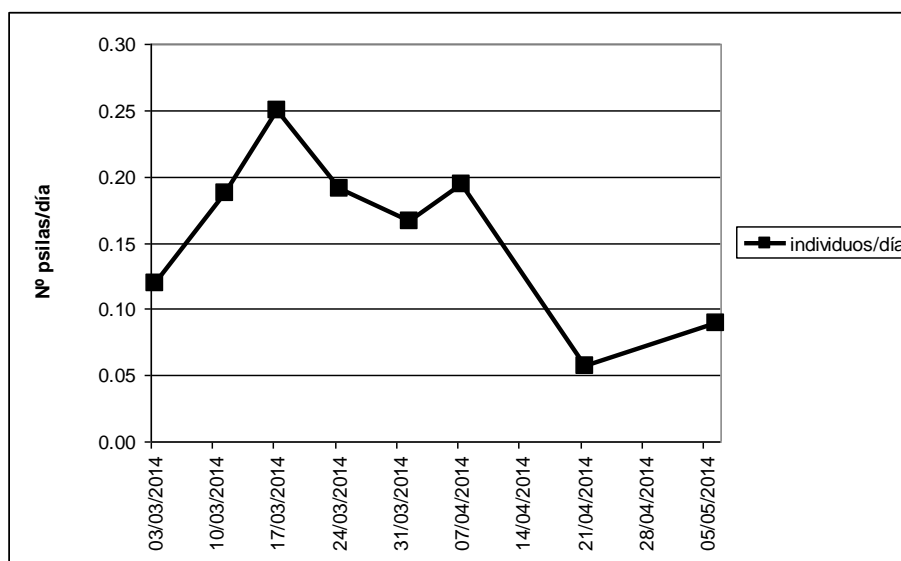


Figura 5. Número de individuos/día capturados en trampas amarillas pegajosas en 2014.

Cuadro 6. Evaluación del número de ninfas cada 30 hojas y presencia de mielecilla (24/3/2014)

Tratamientos	Ninfas cada 30 hojas	Presencia de mielecilla
1. Testigo sin tratar	1.00 b ²	0.6 b ²
2. Cinco aplicaciones	0.0 a	0.0 a
3. Cuatro aplicaciones	0.0 a	0.0 a
4. Tres aplicaciones	0.0 a	0.0 a
5. Dos aplicaciones	0.0 a	0.0 a
6. Una aplicación	0.4 ab	0.0 a
Coeficiente de variación	32	21

¹Datos originales que fueron transformados por $\sqrt{x+1/2}$ para su análisis

² Las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente al 10% por la prueba Duncan de rangos múltiples

Grado de enrojecimiento

Las evaluaciones de enrojecimiento de la temporada 2014 no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos no llegándose a niveles altos de enrojecimiento a fin de ciclo (2.8-3.4).

Detección de fitoplasmas en plantas

En 2014 se detectaron fitoplasmas en cinco muestras, cuatro en la primer fecha, 27/2 (dos del tratamiento 3, una del 4 y una del 1) y una en la última fecha de muestreo, 8/5 (tratamiento 4) (Figura 6).

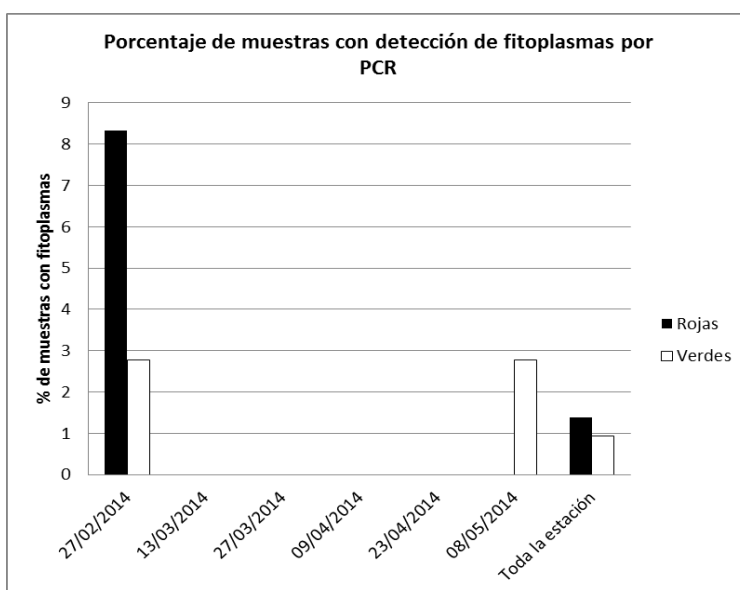


Figura 7. Detección de fitoplasmas en 2014, en porcentaje sobre un total de 36 muestras por fecha. Rojas = plantas con enrojecimiento, verdes= plantas sin enrojecimiento al momento de extraer la muestra.

La detección de fitoplasmas en 2014 fue muy reducida, registrándose principalmente en la primera fecha de muestreo previo al comienzo de los tratamientos evaluados y coincidió con las mayores capturas de psilas. Debido a su bajo número no se encontró asociación entre detección de fitoplasmas y coloración de follaje. Por lo tanto en esta temporada no es posible pensar que las coloraciones rojizas de follaje fueran efecto de la infección con fitoplasmas.

Detección de fitoplasmas en insectos

En 2014 se colectaron muy pocos insectos únicamente en 14/4 y 6/5/2014. En la primera fecha se analizaron cuatro grupos de tres adultos y cinco ninfas cada uno y en la segunda fecha cinco grupos de 6 adultos. En todos los grupos se detectaron fitoplasmas mediante PCR.

Efecto sobre la floración.

En setiembre 2014 el testigo sin tratar se diferenció del resto de los tratamientos presentando el mayor porcentaje de yemas muertas o brotadas sin corimbo floral y el menor porcentaje de yemas con cuatro o más flores por corimbo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estado de las inflorescencias (en porcentaje) en la floración 2014.

Tratamientos	YM + YBSF ¹	1-3 flores ²	4 o más flores ³
1. Testigo sin tratar	18,2 a ⁴	3.7	74.3 b
2. Cinco aplicaciones	11.9 ab	3.9	82.7 ab
3. Cuatro aplicaciones	8.8 b	3.7	88.2 a
4. Tres aplicaciones	10.5 ab	4.6	84.1 ab
5. Dos aplicaciones	12.1 ab	4.0	82.3 ab
6. Una aplicación	9.6 b	4.2	83.8 ab

¹ YM = yemas muertas, YBSF = yemas brotadas pero sin corimbo floral. ² 1-3 flores = yemas con una a tres flores por corimbo. ³ 4 o más flores = yemas con cuatro o más flores por corimbo.

⁴ Los tratamientos seguidos por igual letra no difieren significativamente según la prueba Duncan de rangos múltiples.

Bibliografía

- Duarte F, Bermúdez A, Mujica MV, Scatoni IB.** 2014. Manejo regional de lepidópteros plaga de frutales de hoj caduca de la zona sur del Uruguay. En: 13º Congreso Nacional de Horti-Fruticultura; 3-7-setiembre; 2014; Montevideo, Uruguay. p.123.
- Giunchedi L.** 2003. Malattie da virus, viroidi e fitoplasmi degli alberi da frutto. Edagricole. Bologna. 337 p.
- Lorenz K H, Schneider B, Ahrens U, Seemuller E.** 1995. Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and nonribosomal DNA. *Phytopathology*, 85: 771-776.
- Maeso D, Martínez A, Federici MT, Goncalvez L, Silvera M, Cabrera D, Núñez S, Walasek W, Giunchedi L.** 2012. El decaimiento del peral en Uruguay: Generalidades y trabajos experimentales de INIA Las Brujas. En: INIA. SAD N° 687, pp: 51-68.
- Martínez A.** 2008. Detección de fitoplasmas en plantas de peral y su relación con desórdenes del cultivo. [Trabajo Especial II]. Montevideo: Facultad de Ciencias, Universidad de la República. 116 p.
- Marzachi C, Alma A, D'Aquilio M, Minuto G, Boccardo G.** 1999. Detection and identification of phytoplasma infecting cultivated and wild plants in Liguria (Italian Riviera). *Journal of Plant Pathology*, 81: 127-136.
- Seemüller E.** 1989. Pear decline. En: Washington State University. Virus and viruslike diseases of pome fruits and simulating noninfectious disorders. SP0003. Cooperative Extension College of Agriculture and Home Economics. pp- 188-201.

ACTUALIZACIÓN EN EL MANEJO DE SARNA DEL MANZANO

Mondino¹, Pedro; Martínez¹, Erica; Casanova¹, Leticia; Leoni², Carolina; Alaniz¹, Sandra

¹ Cátedra de Fitopatología, Dto. de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía-UDELAR. Montevideo, Uruguay.

² Instituto nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Las Brujas

E-mail: pmond@fagro.edu.uy

Palabras clave: *Venturia inaequalis*; liberación de ascosporas; resistencia a fungicidas.

Introducción

El manejo de la sarna del manzano ha sufrido una importante evolución en lo que va del siglo XXI. Resultados de investigación aplicada para el programa de Producción Integrada de Frutas de Uruguay, permitieron la eliminación del uso de fungicidas para el control de esta importante enfermedad durante el verano en manzanas tempranas y rojas. La demostración de que las aplicaciones de fungicidas durante el verano son innecesarias, tuvo un fuerte impacto reduciendo en el entorno de 3 a 5 el número de aplicaciones en la temporada (Alaniz et al., 2014; Alaniz et al., 2003). Esta reducción en el uso de fungicidas es de suma importancia ya que se trata de las aplicaciones en precosecha, las que tienen un mayor riesgo de dejar residuos sobre las frutas.

Estudios recientes demostraron que la resistencia a fungicidas del grupo de las estrobilurinas se encuentra generalizada en las principales zonas de producción de manzana de Uruguay (Mondino et al., 2014; Casanova y Celio, 2011) por lo que se recomienda evitar su uso. Pero el mayor impacto en el manejo de la sarna lo ha tenido la detección de poblaciones con una resistencia incrementada a difenoconazole (Mondino et al., 2014), el principal fungicida utilizado en pos-infección que pertenece a grupo de los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE). La presunción de que pueda haber disminuido la efectividad de los fungicidas utilizados en estrategias curativas llevó a repensar la estrategia de control químico de *V. inaequalis*.

La necesidad de minimizar las aplicaciones curativas reafirma la importancia de realizar un manejo preventivo sin fisuras. La necesidad de maximizar la eficiencia de los fungicidas de contacto llevó a la implementación de estrategias basadas en los pronósticos de lluvias (Mondino y Alaniz, 2009). En esta estrategia las aplicaciones de fungicidas de contacto se realizan en las 24 a 48 horas previas a cada evento de lluvia anunciado. Las aplicaciones se repiten ante cada pronóstico de lluvia y se evita aplicar cuando no ocurren precipitaciones. Solamente ante la eventualidad de que algún monte no se encuentre protegido al momento de llover se recurre a aplicaciones curativas. Cuando esto ocurre en etapas previas al cuajado de la fruta, se recurre al uso de dodine. Así el uso de fungicidas del grupo de los IBE se reduce al mínimo. El fundamento científico de esta estrategia es el siguiente: el incremento de la resistencia en las poblaciones del patógeno ocurre, porque se ejerce una presión de selección a favor de los genotipos resistentes. La única manera de contrarrestar este problema es reducir la presión de selección. Para ello se debe minimizar el uso del fungicida que está causando esta presión de selección. Si por el contrario su uso se incrementa tanto en las dosis como en el número de aplicaciones el resultado será la falta absoluta de control.

La situación actual obliga a aplicar los fungicidas IBE solamente cuando es estrictamente necesario. Esto es, aplicarlos solamente cuando tengamos certeza de que el monte no se encontraba protegido y simultáneamente, sepamos que ha habido condiciones para la infección. Para que ocurra infección debe haber ocurrido liberación de esporas (asociadas a lluvias) y deben haber transcurrido las horas de hoja mojada necesarias para que *V. inaequalis* germine e infecte los tejidos.

Las ascosporas se liberan durante la primavera en cada evento de lluvia, desde que comienza la brotación de los manzanos (inicios de setiembre) hasta mediados de diciembre. Como la maduración de las ascosporas ocurre en forma escalonada, en cada periodo de lluvia se liberan las ascosporas maduras quedando el resto como reserva. Esto ocurre sucesivamente durante la temporada hasta que las esporas se agotan completamente. No existen estudios que muestren el comportamiento de la liberación de ascosporas en eventos sucesivos de lluvias. La pregunta a responder es: Cuándo ocurren eventos consecutivos de lluvias ¿ocurren liberaciones consecutivas de ascosporas? o ¿es necesario esperar cierto tiempo a que una cantidad significativa de esporas haya madurado?. Por otra parte existen resultados contradictorios acerca del efecto de la luz sobre la descarga de ascosporas. Existen resultados que indicarían que la liberación de ascosporas solo ocurriría durante el día mientras que otros investigadores han podido capturar ascosporas durante la noche. La pregunta a responder en este caso es ¿existe liberación nocturna de ascosporas?. De no ocurrir liberación nocturna algunos periodos de infección podrían desestimarse evitándose así el uso de fungicidas IBE.

Para dar respuesta a estas dos incógnitas se realizan estudios de la descarga de ascosporas de *Venturia inaequalis* en experimentos de campo y mediante experimentos de liberación forzada. Para ello se utilizaron dos trampas caza-esporas Burkard que permiten cuantificar la cantidad de esporas presentes hora a hora por metro cúbico de aire. Los resultados del primer año de estudio se presentan a continuación.

Cuantificación de la descarga de ascosporas en campo.

Durante la primavera 2013 fue colocada una trampa caza esporas Burkard (Figura 1) en un monte de manzana cv Scarlet ubicado en la zona de Libertad (34° 43` S; 56° 29` O). Luego de cada evento natural de lluvia, las ascosporas capturadas son contadas mediante observación de la cinta de captura con microscopio óptico. Los datos obtenidos de capturas de ascosporas por hora se convierten a número de ascosporas por metro cúbico de aire presentes en cada hora en el monte. Se grafica luego el número de ascosporas capturadas en función del tiempo para su posterior análisis.

Estudio de la descarga de ascosporas mediante experimentos de liberación forzada.

A inicio de la temporada 2013 se colectaron hojas de manzana del suelo en un monte con antecedentes de altos niveles de infección en hoja en el otoño 2012. Las hojas fueron recogidas en bolsas de nylon y luego desparramadas en el suelo en un área de 25 metros cuadrados en una zona reparada del parque de la Facultad de Agronomía en Sayago. El área fue rodeada con nylon a modo de pared protectora. En el centro se colocó una trampa caza-esporas Burkard. La liberación de ascosporas fue forzada mediante riego con puntero aspersor simulando lluvias de 10mm cada vez. Se simularon: a) eventos de lluvia diarios, diurnos y consecutivos (tres días y cuatro días), b) eventos de lluvia nocturna mediante riegos realizados

a las 22:00 horas. Los resultados de las capturas fueron evaluados y analizados de la manera descrita anteriormente.



Figura 1.- Trampa caza-esporas Burkard ubicada en monte de manzana ubicado en el departamento de San José.



Figura 2.- Experimento de estudio de la liberación de ascosporas con liberación forzada mediante riegos.

Resultados

Las capturas registradas en el campo mostraron que la liberación de ascosporas solo ocurre asociada a eventos de lluvia. Si bien este dato no es novedoso confirma que en ausencia de eventos de lluvias las aplicaciones de fungicidas son absolutamente innecesarias. Las mayores capturas se registraron al inicio de la temporada (lluvia del 7 de setiembre y fueron disminuyendo en los eventos de lluvias siguientes (Figura 3) registrándose la última captura a inicios de noviembre. Estos resultados si bien no se pueden generalizar, están indicando que en algunos años la descarga de ascosporas podría ocurrir en forma anticipada finalizando antes de lo previsto el riesgo de infección primaria. Este año se está repitiendo el estudio en un monte con alto nivel de inóculo y se espera continuar en las próximas temporadas.

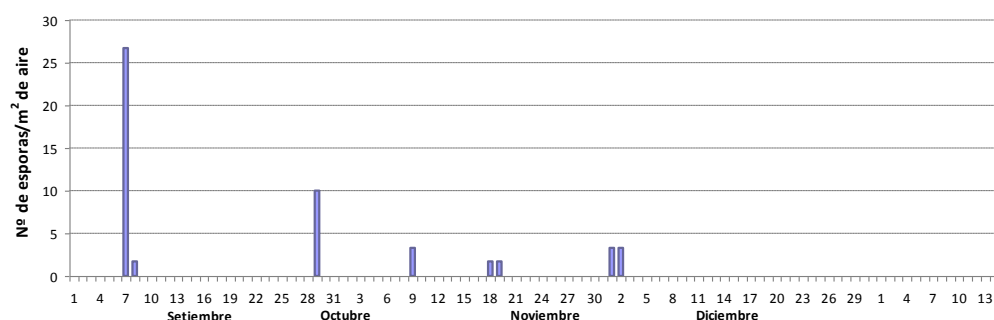


Figura 3.- Descargas de ascosporas de *V. inaequalis* durante la primavera 2013 en un monte de manzana cv. Scarlet en la zona de Libertad, San José.

En cuanto al comportamiento de la descarga de ascosporas en eventos consecutivos de lluvias, los primeros resultados obtenidos mediante la técnica de liberación forzada mediante riegos indican que:

- a) la liberación de ascosporas ocurre en forma inmediata al mojado de las hojas.
- b) existen liberaciones de esporas en cada evento consecutivo de lluvia (Figura 4). Esto indica que la maduración de las ascosporas ocurre de manera rápida. Al extremo que luego de un riego realizado a las 22:00 horas en el cual se obtuvo un pico de captura llovió en forma natural a las a partir de las 6:00 de la mañana siguiente y se volvió a capturar a tan solo 8 horas del primer evento (Figura 5). Se pudo observar también que la mayor descarga ocurre en el primer evento de lluvia siendo menores las capturas en los eventos siguientes hasta el tercer día. No fue posible capturar ascosporas al cuarto día de lluvias consecutivas.

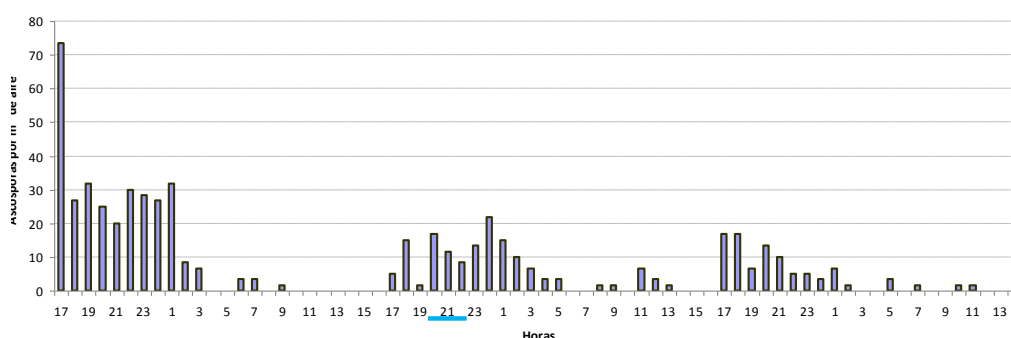


Figura 4.- Liberación forzada de ascosporas mediante riegos realizados a las 17:00 horas en tres días consecutivos. La barra azul indica la ocurrencia de un evento de lluvia durante el experimento.

En los experimentos de riegos nocturnos se pudo observar la descarga nocturna de ascosporas (Figura 5). La descarga nocturna observada alcanzó valores menores a los observados en los experimentos de descarga diurna. Esto puede deberse a que el experimento se realizó sobre el final de la temporada por lo que se repetirán estos experimentos en diferentes momentos de la primavera. De todos modos la simple detección de ascosporas durante la noche es un llamado de atención ya que probablemente en montes con alto nivel de inóculo los valores de descarga nocturna puedan constituir un riesgo considerable.

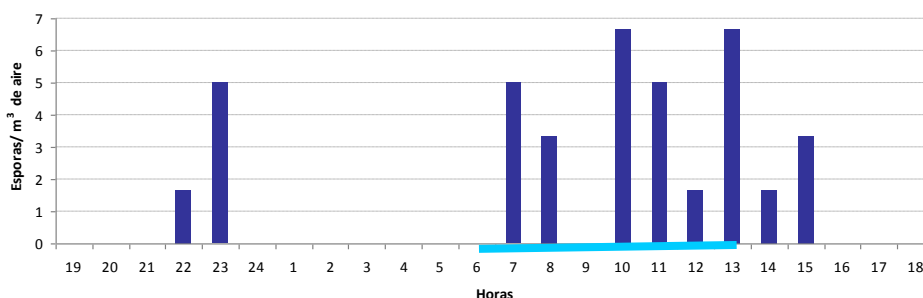


Figura 5.- Liberación forzada nocturna de ascosporas. El riego simulando lluvia nocturna se realizó a las 22:00 horas, posteriormente comenzó a llover a las 5:00 hasta las 13:00 horas. El experimento permitió comprobar la liberación nocturna de ascosporas y la liberación consecutiva a tan solo 7 horas del primer evento.

Estos resultados por tratarse de resultados de un solo año de estudio deben tomarse con prudencia. Nuevos estudios se llevan a cabo en la presente primavera 2014. De todos modos estos primeros resultados estaría indicando que no es posible desestimar periodos de infección a la espera de la acumulación de nuevas ascosporas maduras. Tampoco sería posible desestimar periodos nocturnos de infección, especialmente en montes con alto nivel de inóculo.

Por otra parte los resultados obtenidos hasta el momento indican que la liberación de ascosporas en algunas temporadas puede presentar un padrón algo diferente al teórico pudiendo haber una mayor liberación al inicio de temporada y culminando esta a fines de noviembre y no a mediados de diciembre como estamos acostumbrados.

Bibliografía

Alaniz S, Leoni C, Mondino P. 2003. Manejo de la sarna del manzano sin aplicaciones de fungicidas durante el verano. En: Producción Integrada en Uruguay. Claves de un sistema amigable con el medio ambiente que permite obtener frutas y hortalizas de alta calidad. PREDEG/GTZ Montevideo. pp. 127-130.

Alaniz S, Leoni C, Bentancour O, Mondino P. 2014. Suppression of summer fungicide sprays for apple scab (*Venturia inaequalis*) management in Uruguay. *Scientia Horticulturae*, 165: 331-335.

Casanova L, Celio A. 2011. Determinación de los niveles de resistencia “in vitro” a trifloxystrobin en poblaciones de *Venturia inaequalis*. [Tesis de grado - Ingeniero Agrónomo]. Montevideo: Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 63 p.

Mondino P, Alaniz S. 2009. Manejo integrado de la sarna del manzano ocasionada por *Venturia inaequalis*. En: Stadnik, M. [Ed.]. Manejo Integrado de Doenças da Macieira. CCA-UFSC. Florianópolis. pp. 35-43.

Mondino P, Casanova L, Celio A, Bentancour O, Leoni C, Alaniz S. 2014. Sensitivity of *Venturia inaequalis* to Trifloxystrobin and Difenoconazole in Uruguay. *Journal of Phytopathology*. DOI: 10.1111/jph.12274

DETERMINACIÓN DE LOS AGENTES CAUSALES DE LA PODREDUMBRE AMARGA Y PODREDUMBRES POR BOTRYOSPHAERIACE EN URUGUAY

Alaniz, Sandra¹; Delgado, Leonardo¹; Hernández, Laura¹; Leoni, Carolina²; Mondino, Pedro¹

¹ Cátedra de Fitopatología, Dto. de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía – UDELAR, Montevideo, Uruguay.

² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria; INIA Las Brujas

E-mail: salaniz@fagro.edu.uy

Palabras clave: manzana, enfermedades de verano, *Colletotrichum*, podredumbre de fruta, Botryosphaeriaceae

Introducción

La podredumbre amarga y las podredumbres causadas por especies de Botryosphaeriaceae son dos de las dos principales enfermedades incluidas en el complejo denominado “enfermedades de verano”. Si bien la incidencia de ambas enfermedades suele ser muy variable entre años y entre montes, en los años favorables a su desarrollo las pérdidas suelen ser cuantiosas.

Podredumbre amarga

La podredumbre amarga del manzano es causada por especies del género *Colletotrichum*. Esta enfermedad se ve favorecida por la ocurrencia de abundantes precipitaciones y altas temperaturas, sobre todo en los períodos cercanos a la cosecha. En los años favorables para su desarrollo, veranos lluviosos y cálidos, las pérdidas de fruta pueden superar el 50%. En general todas las variedades de manzana pueden ser infectadas, sin embargo las de cosecha tardía suelen ser las más afectadas como es el caso de Granny Smith, Cripps Pink o Fuji. Otras variedades que pueden ser afectadas son las rojas o de estación como Early Red One, Oregon Spur, Red Delicious o Red Spur.

El síntoma principal es una podredumbre blanda que externamente aparece como una mancha redondeada, de color café claro, generando una depresión en el centro con un diámetro de entre 0,5 y 6 cm. En la sección transversal la podredumbre avanza hacia el interior de la fruta formando una “V” característica. Sobre la mancha aparecen numerosas estructuras, principalmente cerca del centro de las mismas, que se corresponden con los acérvulos de *Colletotrichum* spp., los que con frecuencia se disponen en círculos concéntricos. En ataques severos es frecuente observar infecciones múltiples sobre un mismo fruto, a medida que avanzan las podredumbres estas se fusionan afectando la mayor parte de la fruta (Figura 1).

Las dos especies de *Colletotrichum* que tradicionalmente han sido reportadas como causantes de la podredumbre amarga del manzano son *Colletotrichum gloeosporioides* y *C. acutatum* (Agrios, 2005; Jones y Aldwinckle, 2002).

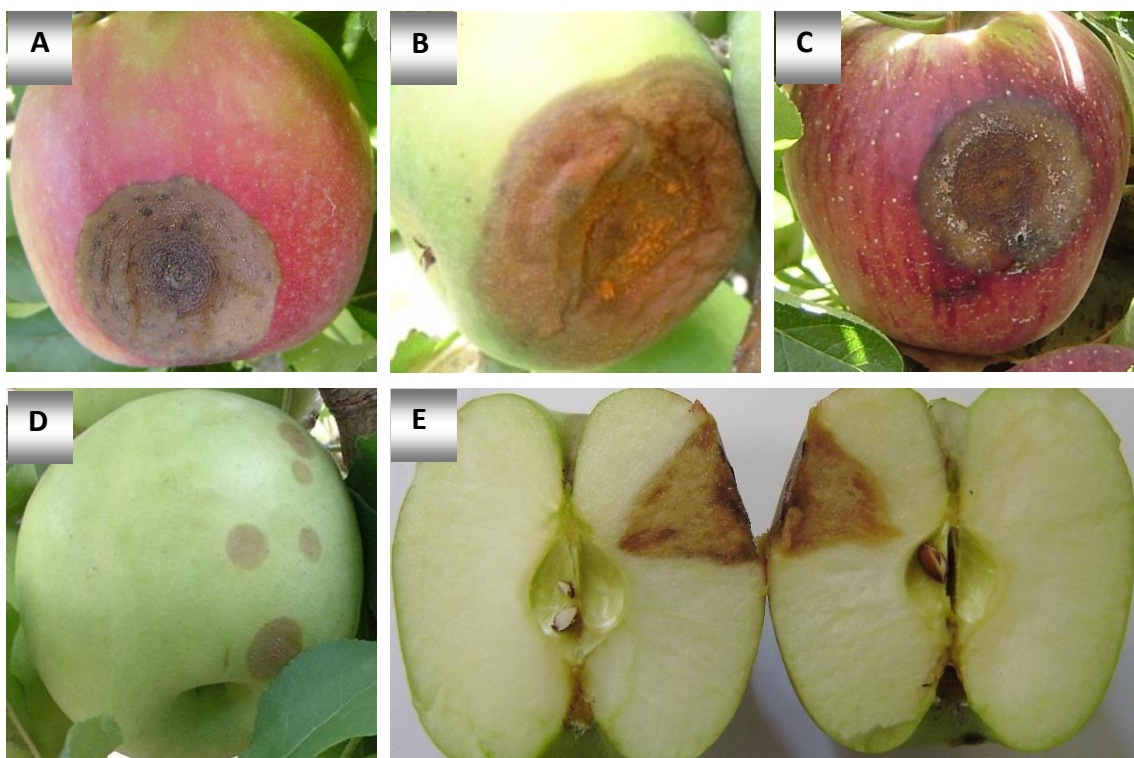


Figura 1: Síntomas y signo causados por *Colletotrichum* spp. en frutos de manzana (A) Cripps Pink, (B) Granny Smith y (C) Red Delicious; (D) infecciones múltiples y (E) avance típico de la podredumbre en forma de “V” hacia el centro de la fruta.

Re-identificación de los agentes causales de la podredumbre amarga en Uruguay

En un estudio previo, se identificaron las especies de *Colletotrichum* asociadas a la podredumbre amarga del manzano en Uruguay utilizando características fenotípicas y el análisis de la región ITS que codifica para el ADN ribosomal (Alaniz *et al.*, 2012).

En los últimos años se ha revisado exhaustivamente la identidad de numerosos aislados de *Colletotrichum* provenientes de diversos cultivos y de diversas regiones en el mundo. En base a análisis multigénicos se describieron nuevas especies, otras fueron re-identificadas y los sinónimos fueron enfatizados. Por este motivo se revisó la identidad de los 41 aislados Uruguayos de *Colletotrichum* provenientes de frutos de manzana con síntomas de podredumbre amarga, pertenecientes a la colección de hongos del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía. Para ello se analizaron dos nuevas regiones génicas, parte de los genes gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa (GAPDH) y β -tubulina2 (BTUB2). La secuencia de estos dos genes junto con el de la región ITS, se combinó en un análisis multigénico y se analizaron por dos métodos, Máxima Parsimonia e Inferencia Bayesiana.

Dentro del complejo de especies de *C. gloeosporioides*, los 33 aislados antes identificados como *C. gloeosporioides* fueron re-identificados como *C. fructicola*, mientras que los 6 aislados identificados como *C. fragariae* se identifican como *C. theobromicola* (sinónimo de *C. fragariae*). Dentro del complejo de especies de *C. acutatum*, de los 2 aislados identificados como *C. acutatum* uno fue re-identificado como *C. melonis* y el otro no pudo ser identificado a nivel de especie (Hernández *et al.*, 2014) (Tabla 1).

De acuerdo a estos resultados las dos especies que tradicionalmente se han asociado a la podredumbre amarga del manzano, *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*, no son las causantes de esta enfermedad en nuestro país.

Tabla 1. Resultados de la identificación molecular de 41 aislados de *Colletotrichum* obtenidos de frutos de manzana con síntomas típicos de podredumbre amarga, mediante el análisis tres regiones génicas (ITS, GAPDH y BTUB2).

Especie	Aislados	Origen geográfico	Variedad
<i>C. fructicola</i>	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C13, C14, C16, C17, C18, C20, C22, C23, C24, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42	Rincón de Melilla, Melilla, Juanicó, Progreso, Las Violetas	Cripps Pink, Fuji, Granny Smith, Oregon Spur, Red Delicious
<i>C. theobromicola</i>	C12, C15, C19, C21, C25 y C37	Progreso, Melilla	Cripps Pink, Fuji, Granny Smith
<i>C. melonis</i>	C11	Juanicó	Granny Smith
<i>Colletotrichum</i> sp.	C18	Juanicó	Early Red One

Podredumbres por Botryosphaeriaceae

Tradicionalmente las especies de la familia Botryosphaeriaceae *Botryosphaeria dothidea* y *Diplodia seriata* (= “*B. obtusa*”) se han asociado a dos enfermedades que afectan la fruta de manzano, podredumbre blanca y podredumbre negra respectivamente (Jones y Aldwinckle, 2002). El síntoma consiste en una podredumbre que avanza con rapidez afectando toda la fruta en poco tiempo y tomando, con frecuencia, el aspecto de una “manzana asada”. Se desarrolla principalmente durante el verano, sobre todo en el período próximo a la cosecha. Externamente suele observarse pequeñas puntuaciones de color negro sobre la podredumbre que corresponden a las estructuras reproductivas de estos hongos.

La diferencia principal entre ambas enfermedades radica en la coloración y consistencia de la podredumbre. En el caso de podredumbre blanca la coloración externa suele ser castaño claro y de consistencia blanda, mientras que la podredumbre negra presenta coloración más bien castaño oscuro y de consistencia más firme (Figura 2). Con frecuencia no se diferencian fácilmente ambas enfermedades en el campo.

En Uruguay las variedades más afectadas son las de del grupo de manzanas rojas o de cosecha de estación como Red Delicious estándar y Red Delicious Spur. También se ha observado incidencia, aunque menor, en el grupo constituido por Cripps Pink, Fuji y Granny Smith que son de cosecha tardía. En el caso del grupo de las Galas o de cosecha temprana como Royal Gala, Mondial Gala entre otras, prácticamente no se ha observado la incidencia de estas enfermedades.



Figura 2: Síntomas y signo causados por especies de Botryosphaeriaceae en frutos de manzano. Observe las podredumbres de color castaño claro (A, B, C) y color castaño oscuro (D, E, F), presencia de pequeñas puntuaciones oscuras sobre la podredumbre que corresponden a las estructuras reproductivas del hongo (B y E), y aspecto de manzana asada (C y F).

Identificación de los agentes causales de las podredumbres causadas por Botryosphaeriaceae

De distintas zonas de producción de manzano en los departamentos de Canelones, Montevideo y San José, se colectaron frutos con síntomas sospechosos de ser causados por especies de Botryosphaeriaceae.

En el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, se realizaron los aislamientos obteniéndose un total de 43 cultivos de Botryosphaeriaceae. La identificación de los aislados se realizó mediante el análisis de dos regiones génicas, la región ITS que codifica para el ADN ribosomal y parte del gen de la β -tubulina (BTUB2). La secuencia de las dos regiones se unió en un análisis multigénico y se analizaron filogenéticamente por dos métodos, Máxima Parsimonia e Interferencia Bayesiana. Se identificaron un total de 7 especies de Botryosphaeriaceae, 22 de los aislados como *B. dothidea*, 7 como *D. seriata*, 5 como *D. intermedia*, 4 como *Neofusicoccum parvum*, 2 como *N. luteum*, 1 como *N. australe* y 1 como *Lasiodiplodia theobromae* (Delgado, 2013) (Tabla 2).

Inoculaciones artificiales en frutos de manzano con aislados de todas las especies identificadas, mostraron que las especies de Botryosphaeriaceae que producen conidios hialinos (Tabla 2), tienden a producir podredumbres de color castaño claro. Por otra parte, que aquellas especies que generan conidios de color marrón, las podredumbres que producen son más bien de color castaño oscuro.

Estos resultados indican que además de las dos especies de Botryosphaeriaceae que tradicionalmente se han asociado a podredumbres de fruta en manzano, otras 5 especies de esta familia también causan este síntoma en los frutos de manzano de Uruguay.

Tabla 1. Resultados de la identificación molecular de 43 aislados de Botryosphaeriaceae obtenidos de frutos de manzana con síntomas de podredumbre, mediante el análisis de las regiones génicas (ITS y BTUB2).

Especie	Coloración de los conidios	Aislamientos	Origen geográfico	Variedad
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	hialino	B26, B57, B103, B105, B108, B109, B116, B119, B120, B127, B128, B141, B143, B147, B155, B159, B160, B161, B162, B165, B169, B170, B172	Melilla, Rincón de Melilla, Progreso, Juanicó, Las Violetas, El Colorado, Rincón del Colorado, Canelón Chico	Red Delicious, Red Chief, Early Red One, Oregon Spur, Cripps Pink, Fuji, Granny Smith
<i>Neofusicoccum parvum</i>	hialino	B32, B134, B168, B171	Melilla, Canelón Chico, El Colorado, Rincón del Colorado, Juanicó	Early Red One, Top Red, Cripps Pink, Granny Smith
<i>N. luteum</i>	hialino	B55, B107	Melilla, Canelón Chico	Granny Smith
<i>N. australe</i>	hialino	B112	Melilla	Red Chief
<i>Diplodia seriata</i> (=“ <i>B. obtusa</i> ”)	marrón	B2, B3, B115, B125, B149, B164, B167	Melilla, Juanicó	Red Delicious, Red Chief, Cripps Pink, Granny Smith
<i>D. intermedia</i>	marrón	B4, B5, B117, B118, B144	Melilla, Progreso	Red chief, Fuji, Granny Smith
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	marrón	B113	Melilla	Red Chief

Bibliografía

- Agrios GN.** 2005. Plant pathology 5th ed. San Diego, California: Elsevier. 495 p.
- Alaniz S, Hernández L, Damasco D, Mondino P.** 2012. First report of *Colletotrichum acutatum* and *C. fragariae* causing bitter rot of apple in Uruguay. Plant Disease, 96: 458.
- Delgado L.** 2013. Caracterización de especies de Botryosphaeriaceae asociadas al cultivo de manzano en Uruguay. [Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas opción Microbiología]. Montevideo, PEDECIBA-Biología, Universidad de la República. 78 p.
- Hernández L, Mondino P, Alaniz S.** 2014. Re-identificación de especies de *Colletotrichum* causantes de la podredumbre amarga del manzano en Uruguay, mediante análisis multigénicos. En: 13^o Congreso Nacional de Horti-Fruticultura; 3-7-setiembre; 2014; Montevideo, Uruguay. p.71.
- Jones A, Aldwinckle H.** 2002. Compendium of apple and pear diseases. St. Paul, MN, USA, APS. 100 p.

NUEVAS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN FITOSANITARIA EN FRUTALES DE HOJA CADUCA.

Zeballos, Roberto¹, Fasiolo, Carolina²; Zoppolo, Roberto²

¹Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección General de la Granja

²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Las Brujas.

e-mail: rzoppolo@inia.org.uy

Introducción

En la actualidad, el desafío de una producción sustentable, el aumento en los costos de producción y la aparición de tolerancias de algunos patógenos a determinados productos, hace que enfoquemos nuestra atención en las técnicas de aplicación, de manera de aumentar su eficacia y precisión. Es conocida la performance deficitaria de los pulverizadores hidroneumáticos de flujo axial actualmente utilizados, en cuanto a la homogeneidad de cobertura en altura y profundidad que logran, aún utilizando boquillas de mayor caudal en la parte superior del arco. Esto lleva a los productores a realizar un mojado excesivo en la parte baja para poder alcanzar una buena cobertura en la parte alta de las plantas. Es así que se da un escurrimiento del caldo aplicado, lo que conlleva a la falla en el control y a que gran parte del producto termine depositado en el suelo. El tamaño de gota es un factor determinante para que el producto tenga su efecto en la superficie aplicada. Las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación, varios trabajos consideran que, gotas de un diámetro de 50µm se evaporan en 3,5 segundos, si la temperatura es de 25° C y la humedad relativa del 60% durante la realización de un tratamiento fitosanitario (Porrás *et al.*, 2001).

A su vez las gotas pequeñas tienen una energía cinética muy baja, por lo que se les dificulta la penetración en la masa foliar, pudiendo quedar zonas más internas de la planta sin tratar. La velocidad de caída de estas gotas es muy pequeña, dando lugar a importantes problemas de desplazamiento en caso de que exista viento. Esto representa un riesgo ya que las gotas pueden ser arrastradas y no depositadas en el árbol, el cual quedará sin protección, y con posibilidad, además, de dañar cultivos vecinos o contaminar, fenómeno que se conoce con el nombre de deriva. Las consecuencias de esta ineficiente aplicación se tornan más relevantes, cuando se convive con la alta presión de enfermedades y altas poblaciones de insectos, favorecidas por las condiciones climáticas de nuestro territorio, como es el caso de *Venturia inaequalis* (Sarna del manzano) y *Cydia pomonella* (Carpocapsa).

A esta problemática se suma la importancia de los costos de los agroquímicos, factor que induce a buscar la mayor eficiencia posible en cada intervención que se deba realizar. Por otro lado, es creciente la preocupación mundial y nacional, por la contaminación ambiental generada por el uso de agroquímicos. Esto lleva a la necesidad de maximizar el uso eficiente de los mismos, reduciendo la deriva y el gasto de caldo por hectárea.

A nivel mundial para contribuir a solucionar ambos problemas se proponen, entre otras medidas y opciones, nuevas tecnologías de aplicación, entre ellas, las pulverizadoras de flujo tangencial o torre, que mejoran la homogeneidad de cobertura en altura y profundidad, debido a que uniformizan la distancia a recorrer por las gotas y el patrón de penetración a la planta. Por otro lado los picos antideriva o de aire inducido, transforman las gotas en burbujas de mayor tamaño lo cual reduce los problemas de deriva. Esas burbujas se rompen al chocar

contra el objetivo formando numerosas gotitas pequeñas. Esto permite mejorar la llegada del producto a la planta, reducir la deriva y el gasto de agua por hectárea, manteniendo una cobertura uniforme del cultivo.

En el marco del Acuerdo de Trabajo DIGEGRA – INIA en mecanización frutícola se han introducido al país las primeras pulverizadoras de flujo tangencial con picos antideriva, frente a lo cual la Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI) manifestó su interés y co-financió el presente trabajo

Objetivo

Evaluar el desempeño en calidad de aplicación y eficacia en el control de las principales plagas y enfermedades, de un pulverizador hidroneumático de flujo tangencial con picos anti deriva en comparación con un pulverizador de flujo axial y picos comunes.

Materiales y Métodos:

El ensayo se divide en 3 etapas: en la primera se evaluó la cobertura de la aplicación en cada tratamiento y se cuantificó el depósito de plaguicidas en hoja. En una segunda etapa se evaluó la eficiencia en el control de plagas y enfermedades en fruta, y en una tercera etapa se comparó los dos tipos de boquillas en el equipo pulverizador de flujo tangencial. En los Cuadros 1 y 2 se detallan características de los equipos utilizados en la aplicación.

Cuadro 1. Características de los equipos pulverizadores.

Equipo pulverizador	Flujo tangencial	Flujo axial
Marca	Rocha	Eurotech
Modelo	Cronos	-----
Picos	Antideriva (18)	Común (14)
Turbina	80 cm	90 cm
Gasto (L.há ⁻¹) en entrefila de 4m	470	870
Gasto (L.há ⁻¹) en entrefila de 5m	380	700

Cuadro 2. Perfil de distribución de boquillas

En pulverizadora Rocha (flujo tangencial)	Picos antideriva (AITX)	Caudal (l/min)
	12	0,84
	4	1,3
En pulverizadora Eurotech (flujo axial)	2	1,79
	Picos comunes (AMT)	Caudal (l/min)
	10 (1.0mm)	2
	4 (1.2mm)	2,8

Etapas 1: Determinación de cobertura y depósito de plaguicida

Esta primera etapa del ensayo se llevó a cabo en un cuadro de Brasil Gala/M9, con un marco de plantación de 4 x 1,5 m. Se realizó una aplicación de insecticida, el producto utilizado fue Etilclorpirifos (Clorpirifos metil), la dosis aplicada fue de 2,4 L.há⁻¹ (la misma para los dos tipos de pulverizadora), a diferencia de los gastos que fueron 470 L.há⁻¹ en la pulverizadora de flujo tangencial Rocha y 870 L.há⁻¹ en la Eurotech. Cada tratamiento fue aplicado en una fila del cuadro, con una separación entre los tratamientos de 5 filas, para evitar que la posible deriva del producto generara interferencia en alguno de los tratamientos.

Para medir la cobertura y distribución del producto en la planta se colocaron tarjetas hidrosensibles (TSA) en 3 plantas al azar dentro de cada fila (tratamiento). Las mismas fueron ubicadas en diferentes puntos de exposición al producto (afuera y adentro de la planta), y a diferentes alturas (1,5 y 3,5 m del suelo). Las TSA fueron retiradas enseguida de la pulverización, y fueron analizadas visualmente y en una etapa posterior se analizaron mediante un software específico para este tipo de análisis.

Para la cuantificación del depósito de ingrediente activo en hoja, se recolectaron 4 muestras al azar en cada tratamiento, compuestas de 100 hojas tomadas de la mitad de rama del año de todas partes de la planta. Las muestras fueron inmediatamente llevadas al laboratorio del MGAP/DGSSAA, donde se sometieron al análisis de residuos, mediante la técnica de extracción con acetona-ultrasonido, determinando ppm de producto activo por peso de hoja.

Etapa 2: Evaluación en cosecha de la eficacia del control sanitario

En la segunda parte se seleccionaron dos cuadros de manzanos Top Red, con una distancia entre filas de 5 metros. Durante el periodo comprendido entre el 23 de setiembre y el 20 de diciembre, en uno de los cuadros se utilizó como equipo pulverizador la Rocha con boquillas antideriva (AITX) y un gasto de caldo de 380 L.há⁻¹. En el segundo cuadro se utilizó el pulverizador de flujo axial (Eurotech) con boquillas comunes (AMT) y un gasto de 700 L.há⁻¹. En la pulverizadora de flujo tangencial se redujo en un 10 % la dosis de plaguicida utilizado por hectárea. Al momento de la cosecha se seleccionaron 4 plantas al azar en cada cuadro para evaluar el estado sanitario de la fruta, en especial en lo que respecta a “sarna del manzano” (*Venturia inaequalis*), carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Cydia molesta*). Cabe destacar que todo el predio contaba con confusión sexual para estas dos últimas plagas.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico InfoStat realizando un análisis de varianza y prueba Tukey ($p \leq 0,05$).

Etapa 3. Efecto del tipo de boquilla en el pulverizador de flujo tangencial.

En una etapa posterior se probó nuevamente el equipo pulverizador Rocha, variando el predio, la especie y los marcos de plantación. En este caso se utilizó un monte adulto de peral, con altura promedio de planta de 4 metros, distancia de entrefila de 4 metros y ancho de canopia de 2 metros, conducido en solaxe. Las aplicaciones se realizaron con el mismo tractor, con una velocidad de avance de 4,2 km/h y una presión de trabajo de 15 bar. El gasto fue de 650 L.há⁻¹.

Resultados y Discusión

Análisis de cobertura

Del análisis visual de las TSA se destaca la gran homogeneidad de la aplicación realizada con el equipo Rocha-AITX, que contrasta con la heterogeneidad en la distribución del producto que presentó el pulverizador Eurotech-AMT, tanto entre sectores de la planta como entre plantas.

En la Figura 1 se observa una muestra de las tarjetas hidrosensibles luego de la aplicación con ambos pulverizadores.

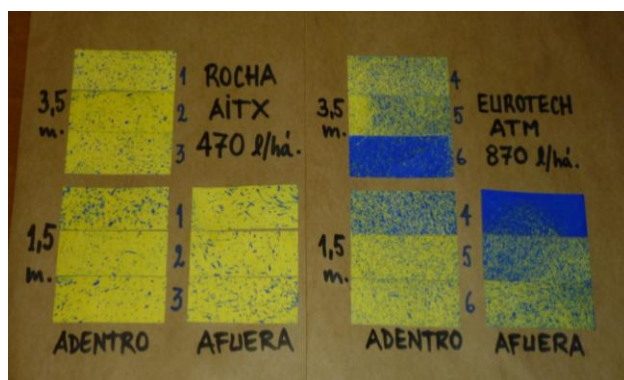


Figura 1. Detalle de las tarjetas TSA luego de la aplicación con los dos equipos pulverizadores, números del 1 al 6 indican plantas distintas.

Las TSA correspondientes al equipo Eurotech-AMT, muestran claramente la variación en la distribución del producto en la planta, en donde al menos 2 tarjetas de 9, llegaron a “punto de goteo”, lo que representa exceso de mojado con posible escurrimiento y cobertura defectuosa. Como se mencionaba anteriormente las gotas pequeñas representan un riesgo, ya que éstas pueden ser arrastradas y no depositadas en el árbol, el cual quedará sin protección, y con posibilidad, además, de dañar cultivos vecinos o contaminar, a través de la deriva. En el Cuadro 3 se presentan los datos analizados por el software StainMaster de las imágenes escaneadas de las TSA.

El equipo Eurotech-AMT produjo un excesivo número de gotas, más de 300 gotas/cm² diferenciándose estadísticamente del equipo Rocha con boquillas antideriva cuyo máximo fue de 117 gotas/cm². Todas las tarjetas del equipo Rocha-AITX muestran una cobertura aceptable, entre 90 y 120 gotas/cm², valores que si bien superan a las 50-70 recomendadas para fungicidas, no dejan de estar en un valor razonable. En el análisis de la pulverizadora de flujo axial se observa que los valores han excedido los estándares y cantidades recomendadas. Esta diferencia se traduce en un mayor volumen de caldo aplicado con Eurotech-AMT por hectárea, lo que hace que muchas de las gotas se superpongan y se llegue al punto de goteo. Cabe resaltar que el gasto de caldo por há de este equipo, fue menor al promedio utilizado por la mayoría de los productores, por lo que se debería esperar que a nivel de la producción actual la situación sea aún más grave que la alcanzada en el presente ensayo.

Cuadro 3. Resultados del análisis de las TSA, Gotas /cm² según equipo pulverizador y ubicación en la planta.

Equipo	Boquilla	l/há	Altura (m)	Ubicación	Gotas /cm ²
Eurotech	AMT	870	1,5	Afuera	496 a
Eurotech	AMT	870	3,5	Adentro	475 a
Eurotech	AMT	870	1,5	Adentro	313 ab
Rocha	AITX	470	1,5	Adentro	117 bc
Rocha	AITX	470	3,5	Adentro	96 c
Rocha	AITX	470	1,5	Afuera	94 c

Medias con una letra en común no son diferentes significativamente con 95% de probabilidad.

En cuanto al análisis de depósito de ingrediente activo en hoja, no se encontraron diferencias significativas para las dos pulverizadoras evaluadas (Cuadro 4). Este resultado podría estar relacionado con la mejor distribución generada por las pastillas antideriva y a que también por esa mejor distribución no se dan zonas con exceso de caldo y el consecuente escurrimiento y pérdida de producto.

Cuadro 4: Concentración en hojas de Etilclorpirifos para cada tratamiento (n=1 compuesta con 100 hojas).

Muestra	L.há ⁻¹	Etilclorpirifos en hoja (ppm)
Rocha-AITX	470	36,75 a
C.V %		14
Eurotech-AMT	870	39,05 a
C.V %		9

Medias con una letra en común no son diferentes significativamente con 95% de probabilidad.

Este resultado confirma que es posible reducir el gasto de agua por hectárea y mejorar la cobertura de la aplicación sin disminuir la cantidad de producto que llega a la planta para realizar un buen control.

Resultado sanitario

Evaluada la totalidad de frutos de plantas seleccionadas al azar, no se encontraron daños de “sarna del manzano” (*Venturia inaequalis*) ni daños de “carpocapsa” (*Cydia pomonella*) o “grafolita” (*Cydia molesta*), en ninguno de los dos tratamientos de aplicaciones. Dado que el ensayo fue realizado en un predio comercial, no se contó con testigo sin aplicación de agroquímicos para contrastar con los tratamientos. De los datos de otros productores de la zona y a juzgar por los valores de parámetros agroclimáticos, no quedan dudas que durante la temporada se dieron las condiciones necesarias tanto para el desarrollo de estas plagas como para la proliferación de enfermedades.

Resultados del efecto del tipo de boquilla utilizado.

Los resultados obtenidos confirman los de la temporada anterior, queda comprobado que las boquillas anti-deriva producen una mejor cobertura en la aplicación, determinada principalmente por un menor número y mejor distribución de gotas por unidad de superficie.

En cuanto a los resultados de la aplicación realizada con el equipo Rocha, se observa que el diámetro de gota no tuvo diferencias significativas entre los dos tipos de boquillas comparadas. En cambio cuando nos referimos al número de gotas/cm², vemos que la boquilla antideriva presenta un número significativamente menor en comparación con las AMT.

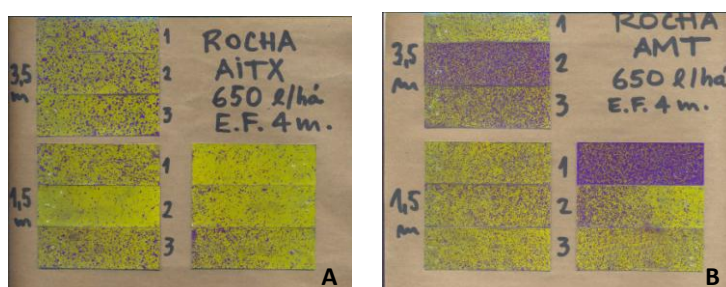


Figura 2. Perfil de cobertura en TSA en pulverizador de flujo tangencial con boquilla antideriva (A) y con boquilla común (B).

En el Cuadro 5 se presentan los datos analizados con el software StainMaster, con el cual se analizó el número de gotas por centímetro cuadrado (Gotas/cm²), y el diámetro medio (DM) en micras de las gotas. Estos resultados mantienen la misma tendencia del año anterior, en los cuales las boquillas AMT tienden a mojar en exceso en comparación con las boquillas antideriva. Comparando los dos tipos de boquillas se observa un mayor número de gotas/cm² en ambos tratamientos en comparación a la temporada anterior, esto se debe principalmente a un mayor volumen de caldo aplicado, a su vez las boquillas AMT, produce en algunos casos, superposición de gotas con la consecuencia de que la aplicación supera el “punto de goteo”.

Cuadro 5: Resultados de la aplicación con pulverizador de flujo tangencial (Rocha) según tipo de boquilla con entrefila de 4 metros.

Pulverizador	Boquilla	Gasto l/há	Ubicación (metros de altura)	Gotas/cm ²	DM (μ)
Rocha	AMT	650	1,5	338 a	156 a
Rocha	AMT	650	1,5 Afuera	307 ab	189 a
Rocha	AMT	650	3,5	297 abc	188 a
Rocha	AITX	650	1,5	213 bc	163 a
Rocha	AITX	650	1,5 Afuera	199 bc	137 a
Rocha	AITX	650	3,5	184 c	183 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Conclusiones

Las evaluaciones iniciales de las dos tecnologías propuestas, mostraron resultados positivos y alentadores. La pulverizadora de flujo tangencial con picos antideriva permitió reducir en un 46 % el gasto de agua por há (desde 870 l/há hasta 470), mejorando la cobertura y sin afectar el depósito de plaguicida en hoja. A nivel de resultado sanitario final, esta nueva tecnología permitió reducir un 10 % la dosis de productos fitosanitarios por hectárea, sin afectar la efectividad en el control. A su vez, aumentó la eficiencia en el uso de agua, con un menor uso de combustible y menor tiempo de operación para esta actividad.

Las boquillas AMT siguen mostrando su tendencia a heterogeneidad en el caudal y la distribución que lleva a mojar en exceso con superposición de gotas, mientras que las boquillas antideriva parecen tener una cobertura más eficiente con menor número de impactos/cm². Los resultados obtenidos demuestran la performance superior de las pulverizadoras de flujo tangencial con picos antideriva, siendo una evidente ventaja el incorporar esta nueva combinación de tecnologías a los sistemas productivos frutícolas.

Agradecimientos: A los Productores Raúl Calcagno y Miltón Gabarrín, por su colaboración y tiempo dedicado.

Bibliografía

Porras Piedra A, Porras Soriano A. 2001. Tecnología de la pulverización de productos fitosanitarios; Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba; España. pp 87-103.

RESULTADOS EN PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE PORTAINJERTOS DE FRUTALES DE HOJA CADUCA

Castillo, Alicia¹; Cabrera, Danilo¹; Rodríguez, Pablo¹; Zoppolo, Roberto¹.

1.- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Las Brujas

e-mail: acastillo@inia.org.uy

Palabras clave: micropropagación, manzano, peral

Introducción

En Uruguay la superficie utilizada en la producción de manzanas y peras es de aproximadamente 5000 ha, del total de la producción un 11% se destina a la exportación a diferentes mercados tanto regionales como del hemisferio norte (anuario OPYPA, 2013). Sin embargo, las condiciones del clima local y el tipo de suelo generan problemas sanitarios y de manejo, principalmente en la zona sur del país, que es donde se concentra la mayor superficie de plantación de manzanos y perales. Como consecuencia, los programas de mejoramiento en fruticultura consideran dentro de sus objetivos, la generación y evaluación de materiales resistentes a enfermedades y plagas como *Phytophthora sp.*, *Eriosoma lanigerum* (pulgón lanígero), *Erwinia amylovora* (fuego bacteriano), y que además se adapten al modelo de plantación en alta densidad. En ese sentido, desde la década del 60 la Universidad de Cornell NY EEUU, lleva a cabo mejoramiento genético con el fin de conseguir materiales resistentes a estos tres grandes problemas sanitarios que afectan principalmente la producción de manzanas. En ese contexto, se generaron una serie de materiales que se denominaron serie CG (Cornell-Geneva) con características de interés por su escaso vigor, y además presentaron un buen nivel de resistencia a las plagas y enfermedades mencionadas.

En el año 2000 el Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola de INIA introdujo algunos materiales de la serie CG o Geneva, dentro de los que se seleccionaron el Geneva[®]41 y Geneva[®]202. Estos materiales ingresaron a la colección de germoplasma de la Estación Experimental de INIA “Las Brujas” y a los ensayos de evaluación mostrando un comportamiento superior al resto. Para aumentar en forma rápida el número de plantas de los portainjertos seleccionados, se desarrollaron protocolos de micropropagación, estas técnicas de cultivo *in vitro* permiten escalar la producción de plantas en forma exponencial (Twiman, *et al.*, 2003). A través de estas técnicas, es posible disponer de material de propagación para sustituir montes utilizando nuevos portainjertos que se adapten a las condiciones de producción moderna en plazos más cortos respecto a las técnicas de propagación clonal convencionales. Además el cultivo *in vitro* es la vía más segura de propagación vegetativa, para la producción de plantas uniformes y libres de enfermedades a partir de un material seleccionado (Puchoo *et al.*, 1999). Sin embargo, en algunas casos se presentan dificultades para la introducción y adaptación al cultivo *in vitro*. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de protocolos para la micropropagación de portainjertos de manzano y peral.

Materiales y métodos

En el invernáculo de la Unidad de Biotecnología de INIA, se colocaron las plantas madres de los portainjertos de la serie Geneva y de peral OH x F333. Las plantas se podaron y fertilizaron para estimular el crecimiento de nuevos brotes en condiciones de mayor aislación.

Desinfección de explantes

Luego de dos meses de instaladas en invernáculo las plantas brotaron, las yemas brotadas fueron cortadas y se introdujeron *in vitro*. Para ello se realizó una desinfección superficial de las yemas con hipoclorito de sodio al 20% (v/v) con dos gotas de Tween 20 en cabina de flujo laminar durante 15 minutos. Luego se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril.

Medio de cultivo y condiciones de crecimiento.

Las yemas de los tres portainjertos se introdujeron en el medio de cultivo MS (Murashige-Skoog, 1962), se ajustó el pH a 5,8 antes de la esterilización en autoclave. Los medios se solidificaron con agar al 0,75 % (p/v). Se colocaron 10 ml de medio de cultivo en tubos de 15cm de largo. La temperatura de la cámara de crecimiento fue de 21°C+/-2°C. Durante los primeros 4 días los tubos se colocaron en oscuridad para evitar la oxidación de los explantes. Luego de ese período se mantuvo un fotoperíodo de 16/8hrs, y una intensidad luminosa de 15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ durante la primera semana y luego se colocaron a 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Las plantas permanecieron en el medio de iniciación durante 30 días, luego se transfirieron a medio de multiplicación.

Medio de multiplicación

Las plantas provenientes del medio de iniciación, se colocaron en frascos de 300 ml de capacidad, con 20 ml de medio de cultivo por frasco. Para la fase de multiplicación se utilizó el medio base con las sales minerales del MS, las vitaminas Staba modificadas (1969) en todos los tratamientos y se evaluaron dos citoquininas, a diferente concentración N6-benzyladenina (BA) 4,44 μM y de Thidiazuron (TDZ) 0,45 μM . Las citoquininas se evaluaron en forma aislada y combinadas entre sí. Los repiques en el medio de cultivo se realizaron cada 25 o treinta días. En la fase de multiplicación, se colocaron 8 plantas por frasco.

Medio de elongación

Se combinaron 0,049 μM IBA, 0,054 μM de ANA y 0,46 μM de Kinetina y se utilizó un medio con carbón activado sin incluir reguladores de crecimiento.

Medio de Enraizamiento

Las plantas provenientes de los medios de alargue que superaron los 2cm de altura se transfirieron a medio de enraizamiento. Para ello, se eliminaron los brotes laterales y se evaluaron dos formas de cortar la base del explante, por un lado la base se cortó en forma de V y por otro, el corte fue en ángulo recto respecto al eje principal de la planta. El medio de enraizamiento utilizado en los dos casos fue 1/3 de las sales del MS con el agregado de 2,46 μM de IBA.

Aclimatación

Las plantas enraizadas fueron transferidas a recipientes cerrados de plástico transparente, se siembran 3 o 4 plantas por contenedor. Para el trasplante, se removió cuidadosamente el agar de la zona radicular y las plantas se colocaron en recipientes con turba estéril (3cm). Las plantas permanecieron en recipientes cerrados durante 15 días (período de pre-aclimatación). Luego de este período, las cajas se colocan sin tapa, con humedad controlada entre 85 y 75% durante 7 días. Luego de ese período se trasplantan a recipientes individuales. Las condiciones de temperatura en el invernáculo fueron de 20+/- 4°C. La fertilización se inició a la semana del trasplante, con fertilizante Wuxal 1ml/l y con N-P-K (15-15-15) en forma alternada.

Resultados

Desinfección de explantes

Con el protocolo de desinfección superficial descrito, se obtuvo un 82% de explantes sin contaminación en promedio para los tres portainjertos. Luego de un mes en el medio de iniciación, las yemas introducidas sin contaminación, se pasaron al medio de multiplicación.

El portainjerto OH x F333 y el portainjerto Geneva®202, se multiplicaron en medio M1 con tasas de multiplicación del orden de 5 en ambos casos. En cambio para el portainjerto Geneva®41 fue necesario un medio de cultivo diferente.

Medio de multiplicación para Geneva®41

En la etapa de multiplicación para el portainjerto Geneva®41 fue necesario definir un medio de cultivo diferente. Para cuantificar la respuesta de las plantas, se evaluaron dos citoquininas y se midieron dos parámetros, tasa de multiplicación y altura de la planta *in vitro*. Los resultados de esta etapa, se muestran en la figura 1. La menor tasa de multiplicación se obtuvo sin reguladores de crecimiento con el medio MS y con 4,44 μM de BA (M1) que corresponden a la primera y segunda columna. Entre estos dos tratamientos no hubo diferencia significativa. Cuando en el medio de cultivo se incluyó TDZ (MsT), la tasa de multiplicación aumentó y fue de 3 utilizando 0,45 μM de TDZ. Pero la tasa de multiplicación subió a cuatro cuando se utilizaron las citoquininas combinadas 0,45 μM + 4,44 μM BA (M1T). En cuanto a la altura de la planta (eje secundario de la gráfica), el comportamiento observado fue inverso, la mayor altura se observó en medio de cultivo sin reguladores de crecimiento (MS) con un promedio de 1,4cm y descendió a valores inferiores a 1cm (0,6 cm en promedio) cuando se incluyeron BA y TDZ. La menor altura de planta se observó en el tratamiento que incluyó las dos citoquininas combinadas, este tratamiento fue diferente significativamente de los otros tres.

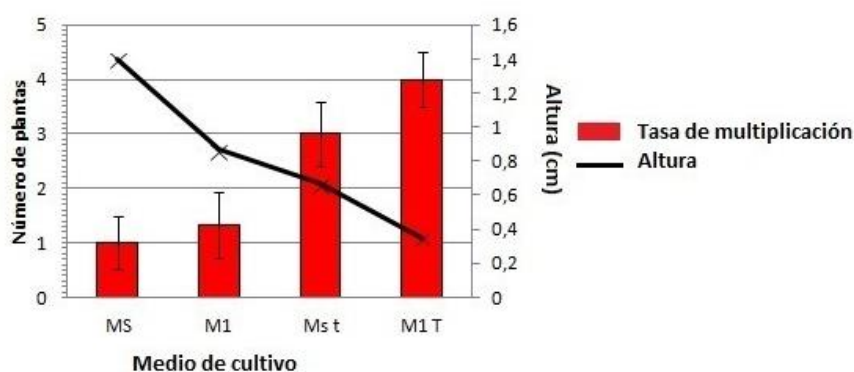


Figura 1: Parámetros evaluados en el portainjerto Geneva®41 durante la etapa de multiplicación. Las columnas representan el número de plantas obtenido en cada repique, la gráfica secundaria muestra la altura de las plantas promedio en cada medio de cultivo.

Medio de elongación de explantes

El portainjerto de pera y el pie Geneva®202 desarrollaron plantas de más de 3cm de altura en el medio de multiplicación, en estos dos pies, no fue necesario el cultivo en medio de elongación. En cambio, el portainjerto Geneva®41, desarrolló explantes de menos de 1cm, que dificultaron la manipulación posterior en el trasplante, por lo tanto se utilizó un medio de

elongación. La respuesta de las plantas del portainjerto Geneva® 41 a este medio, se muestran en la figura 2.

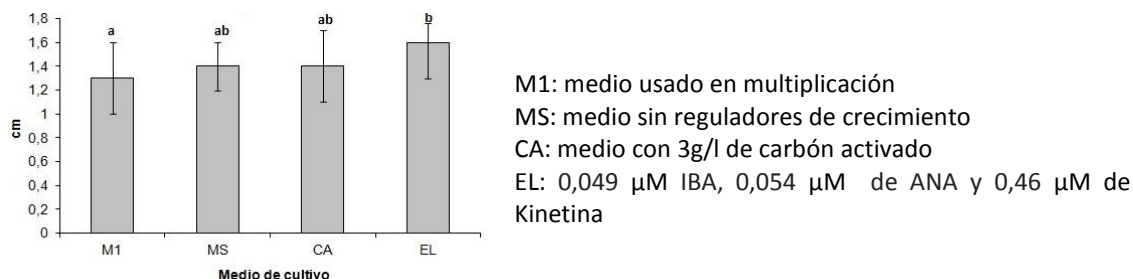


Figura 2: Altura de las plantas en el medio de elongación. El medio indicado como EL presentó diferencias significativas respecto a M1, que es el medio de multiplicación utilizado como control.

El porcentaje de enraizamiento *in vitro* para el Geneva® 41, fue mayor al 95%, en cambio en el peral y el Geneva® 202, el enraizamiento varió entre el 20 y 70%. Para los dos portainjertos los plantines que se aclimataron sin raíz, tuvieron un rápido desarrollo de raíces en los primeros 15 días durante la aclimatación.

En cuanto a la sobrevivencia de los plantines en el invernáculo, se observó una mayor capacidad de adaptación en el Geneva® 41, con porcentajes del orden del 90%, para el Geneva® 202, el porcentaje es algo inferior y por último, el pie de peral tuvo una sobrevivencia del orden de 50%.

Discusión

La forma convencional de multiplicar portainjertos por vía vegetativa, es a través de estacas de diferente tipo: leñosas, semi-leñosas y herbáceas. La multiplicación vegetativa por estacas es lenta, consume mucho tiempo y en general está limitada en la cantidad y calidad del material de partida (George, 1993). En cambio la micropropagación, es una técnica difundida y generalizada para la rápida producción de plantas clonales en diversas especies (Jabbarzadeh y Khosh-Khui, 2005). En el caso de los frutales de hoja caduca, se han publicado gran número de protocolos para micropropagar manzanos y perales sin embargo la respuesta de los genotipos, no siempre es la esperada, en estos casos hay que modificar las condiciones de cultivo (Butiuc-Keul *et al.*, 2010). Esto quedó claramente demostrado en nuestros resultados, donde hubo una gran diferencia en el comportamiento de los tres portainjertos estudiados. El Geneva® 202 y el portainjerto de pera OHxF333 presentaron alta tasa de multiplicación, del orden de 5 o más, utilizando un medio de cultivo simple que incluyó BA. Sin embargo, el portainjerto Geneva® 41, tuvo baja tasa de multiplicación en estas condiciones. Para aumentar el número de plantas que se obtienen en cada ciclo de repique, fue necesario utilizar un regulador de crecimiento más potente y moderno como el TDZ, en general usado en especies leñosas (Huetteman y Preece, 1993). La inclusión de TDZ en el medio de cultivo, trajo como consecuencia un incremento en la tasa de multiplicación que llegó a 4, pero al mismo tiempo inhibió la elongación de los explantes. El TDZ, presentó un efecto residual, por lo que se aplicó en repiques alternados (Matand y Prakash 2007). Nuestros resultados demostraron que la mejor combinación fue de tres repiques sucesivos con BA y en el cuarto se aplicó TDZ. Con el manejo de repiques alternados, la tasa de multiplicación aumentó, y al mismo tiempo se

incrementó levemente la altura de los explantes. En el caso de los portainjertos OHxF333 y el Geneva®202, no fue necesario utilizar medio de elongación en cambio para el Geneva®41, se utilizó un medio de cultivo específico para obtener plantas de más de 1cm de altura en la fase de enraizamiento. En el caso del pie de pera y el Geneva®202, se observó una tendencia mayor a la vitrificación (desorden fisiológico referido al aspecto de la planta); en el caso de estos dos portainjertos, la vitrificación se controló aumentando la concentración de agar en el medio de cultivo. El período de aclimatación fue en todos los casos de dos meses. Los manzanos presentaron mayor rusticidad y un porcentaje de sobrevivencia más alto, superior al 90% en cambio el peral tuvo mayor pérdida de plantas y el porcentaje de sobrevivencia fue del orden del 50%.

Referencias

Anuario OPYPA 2013 disponible en www.mgap.gub.uy

Butiuc-Keul A., Isac V., Craciunas C and R. Carpa. 2010. Apple shoot multiplication and plantlets reaction to in vitro culture. *Analele Universității din Oradea - Fascicula Biologie*. TomXII-70-75.

George E.F. 1993. *Plant Propagation by Tissue Culture. Part 1: The Technology*. Second edition. Great Britain, Exegetics Ltd. 574p.

Huetteman, C.A., Preece, J.E. 1993. Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 33: 105–119.

Jabbarzadeh, Z. and Khosh-Khui M. 2005. Factors affecting tissue culture of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) *Scientia Horticulturae* 105 : 475–482.

Matand, and K. C.S. Prakash . 2007. Evaluation of peanut genotypes for in vitro plant regeneration using thidiazuron . *Journal of Biotechnology*, 130: 202–207.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 15:473-497.

Puchooa D., B. Ponnusawmy and Y.F. Wan Chow Wah. 1999. An investigation on low cost, locally available substrates potentially suitable for use in the hardening of tissue cultured plantlets. *Science and Technology - Research Journal* - 4 :130-143.

Staba, J.E. 1969. Plant tissue culture as a technique for the phytochemist. *Recent Adv.Phytochemistry* 2:80-88.

MANEJO DE SUELO EN VIVERO DE MANZANA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS DE CALIDAD

Danilo Cabrera¹, Pablo Rodríguez¹, Marcelo Falero², Jorge Arboleya²

¹ Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola, INIA Las Brujas.

² Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola, INIA Las Brujas

dcabrera@inia.org.uy

Introducción

Para ser competitivos, los productores frutícolas deben constantemente innovar y buscar nuevas técnicas y herramientas de producción. La planta de vivero es una herramienta fundamental, que deberá ser de calidad y tener un manejo posterior a la plantación adecuado para acompañar el éxito del emprendimiento.

En ese sentido, el manejo del vivero, establecimiento cuyo objetivo fundamental es la multiplicación y producción de plantas, será clave para lograr características genotípicas y fenotípicas únicas, libres de enfermedades y con un estado vegetativo y vigor óptimos hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo de producción. Por ello, esta etapa de vivero es esencial para la mejora en la precocidad, aumento y sostenibilidad de la producción en cantidad y calidad.

Cuando se utiliza una planta de calidad, principalmente en los rubros plurianuales, hay un mayor potencial para establecer rápidamente una plantación uniforme, vigorosa y precoz, que mantendrá en el tiempo altas producciones de alta calidad.

Hoy en día la producción de plantas es básicamente tradicional, no hay o son escasamente aplicados los estándares oficiales de calidad, hay gran heterogeneidad entre viveros y la calidad de las plantas es muy variable. A la vez, los mercados son cada vez más exigentes en productos obtenidos con buenas prácticas agrícolas de menor impacto ambiental, en certificar el origen y disponer de la trazabilidad de toda la cadena de producción. Analizando la situación actual y las necesidades futuras, la producción de plantas en vivero a nivel nacional amerita el trabajo mancomunado de los actores públicos y privados en pro de desarrollar y uniformizar criterios técnicos que garanticen la obtención de plantas de alta calidad genotípica, morfológica y fitosanitaria al menor costo posible.

Cuando la especie, las condiciones climáticas lo permiten y se requieren grandes cantidades de plantas, la comercialización es a raíz desnuda. Las plantas a raíz desnuda son cultivadas en el suelo a campo abierto y en consecuencia, el suelo, el suministro de agua y el clima del sitio son determinantes claves en el nivel de producción y en la calidad de las plantas.

El sistema presenta ventajas económicas dado que reducen la superficie ocupada, los gastos de plantación, no presenta gastos importantes de infraestructura y es más factible la mecanización.

La propagación de plantas en viveros desprotegidos directamente en el suelo y reutilizado constantemente sin rotación de cultivos, favorece la infestación por patógenos (Dutra de Souza et al., 1999).

Muchas son las posibilidades de combinar factores de manejo que mejoren dichas condiciones y que en su mayoría han sido evaluados aisladamente para diferentes condiciones de cultivo. La desinfección del suelo es necesaria pues la presión que infringen los patógenos se incrementa año a año. A nivel mundial la búsqueda está dirigida a métodos de desinfección económicos y con mínimo impacto negativo en el ambiente como la solarización, que consiste en calentar el suelo húmedo cubierto por un film de polietileno usando la energía solar con el objetivo de reducir la población de los microorganismos patógenos y nematodos. La solarización también reduce la presión de las malezas (Arboleya J. 2009), mejorándose las propiedades físicas y químicas del suelo y también los rendimientos de algunos cultivos luego de aplicada esta práctica sobre el suelo (Davis J.R., 1991).

Existen también diversas prácticas que contribuyen a la mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo y que es necesario validar en los sistemas de producción de plantas para comercializar a raíz desnuda. Se pueden citar: uso de abonos verdes e incorporación de enmiendas orgánicas (estiércol, compost, etc.). Mediante estas prácticas sería posible a la vez de controlar malezas, mejorar el drenaje interno de los suelos, mejorar la retención de agua y mejorar los niveles y disponibilidad de nutrientes.

Metodología utilizada en el experimento.

Este trabajo se realizó en INIA Las Brujas, con el cultivar ‘Rossy Glow’ – Pink Lady® y el portainjerto M9 T337 NAKB.

Las distancias de plantación fueron de 1,65 m x 0,25 m, con parcelas de 24 metros cuadrados cada una, evaluándose las 30 plantas centrales de cada parcela. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1- sin enmiendas y sin solarizado (Test)
- T2- solarizado (Sol)
- T3- abono verde invierno 2012 + solarizado (AVI + Sol)
- T4- abono verde de otoño 2013 (AVO)
- T5- estiércol de parrillero (Est)
- T6- estiércol de parrillero + solarizado (Est + Sol)
- T7- abono verde de invierno 2012 + estiércol de parrillero + solarizado (AVI + Est + Sol)
- T8- abono verde de otoño (2013) + estiércol de parrillero (AVO + Est)

El cronograma de las actividades realizadas se muestran en la Figura 1.

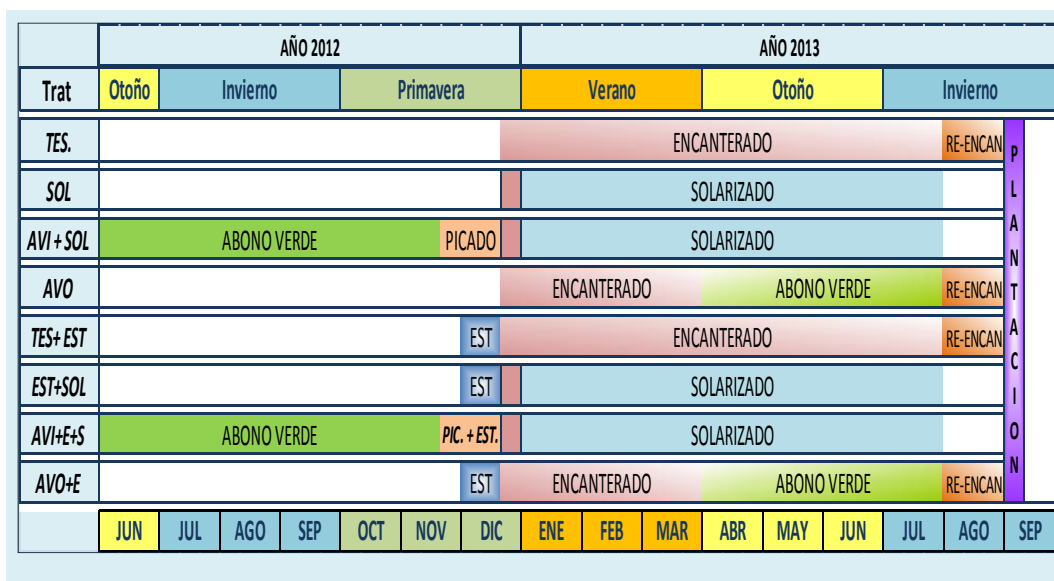


Figura 1. Cronograma de actividades realizadas.

En setiembre de 2012, en los tratamientos T3 y T7 se realizó un muestreo del abono verde (avena) en un cuadrante de 0,5 m x 0,5 m para determinar materia seca. Los resultados fueron en el tratamiento T3, 10.129 kg MS/ ha y en el tratamiento T7, 9.008 kg MS / ha.

En noviembre de 2012 se incorporó dicha avena y se re encanteraron las parcelas.

Partiendo de un contenido de fósforo en el suelo de 6.6 µg P/g y con el objetivo de llevar este elemento a 20 µg P/g, en diciembre de 2012 en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 se incorporaron 638 kg/ha de super fosfato de calcio simple (21-23% P2O5). A los tratamientos T5, T6, T7 y T8 se incorporaron 12.000 kg/ha de abono orgánico (cama de pollo).

El Cuadro 1. Resultados del análisis de la cama de pollo utilizada. Cuadro 1. Resultados del análisis de la cama de pollo.

N %	C. Org. %	Ca %	Mg %	K %	Na %	P %
1.93	28.6	2.08	0.51	1.94	0.31	0.97

A fines de diciembre de 2012 en los tratamientos T2, T3, T6 y T7 se colocó polietileno transparente ultravioleta (UV) de 35 micrones (µ) para solarizar el suelo. A su vez se colocaron a 15 cm de profundidad, registradores automáticos de temperatura programados para la toma de los datos cada dos horas en los tratamientos T1, T2, T3, T6 y T7.

Tanto los tratamientos que no tenían abono verde como los caminos del área donde se desarrollo el ensayo, se mantuvieron libre de malezas con aplicaciones de herbicida.

Resultados.

El verano de 2014 se caracterizó por elevadas temperaturas en diciembre y abundantes precipitaciones en enero y febrero como así también menor insolación en esos dos meses (Figuras 2, 3 y 4).

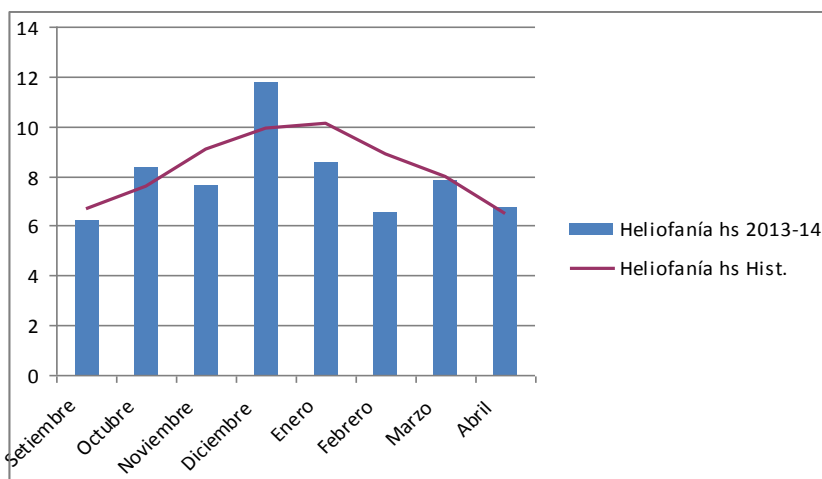


Figura 2. Heliofanía entre noviembre de 2013 y abril de 2014.

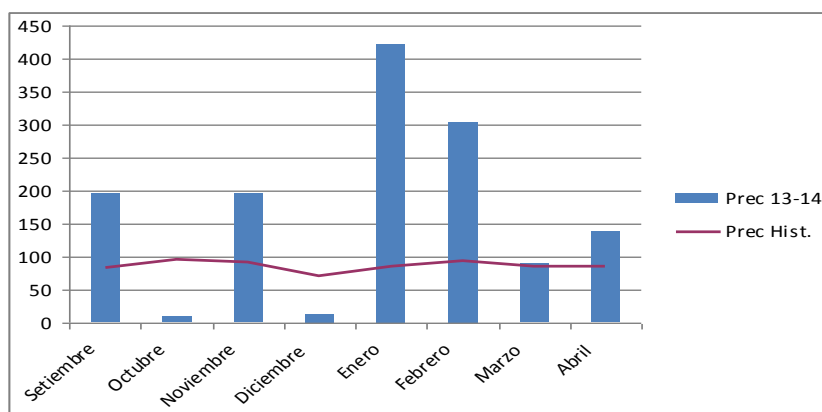


Figura 3. Precipitaciones entre noviembre de 2013 y abril de 2014.

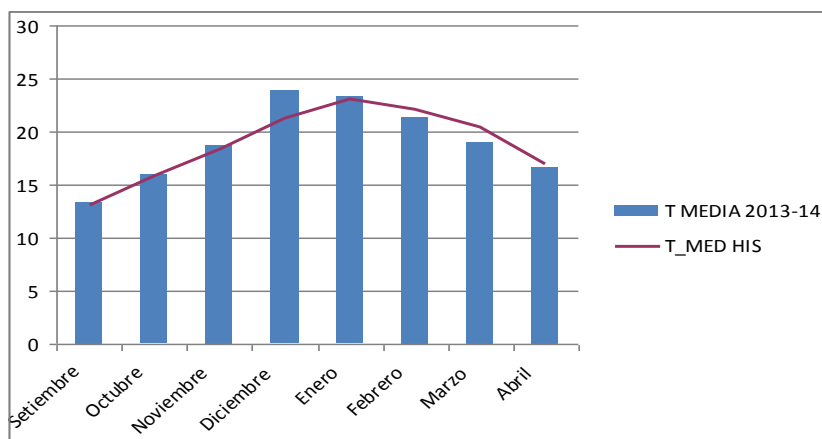


Figura 4. Temperatura media entre noviembre de 2013 y abril de 2014

En los tratamientos solarizados las temperaturas máximas de suelo entre diciembre de 2012 y abril de 2013 superaron los 40-45°C y en algunos momentos llegaron a 50°C, valores adecuados para lograr reducir el banco de semillas de malezas (Figuras 5).

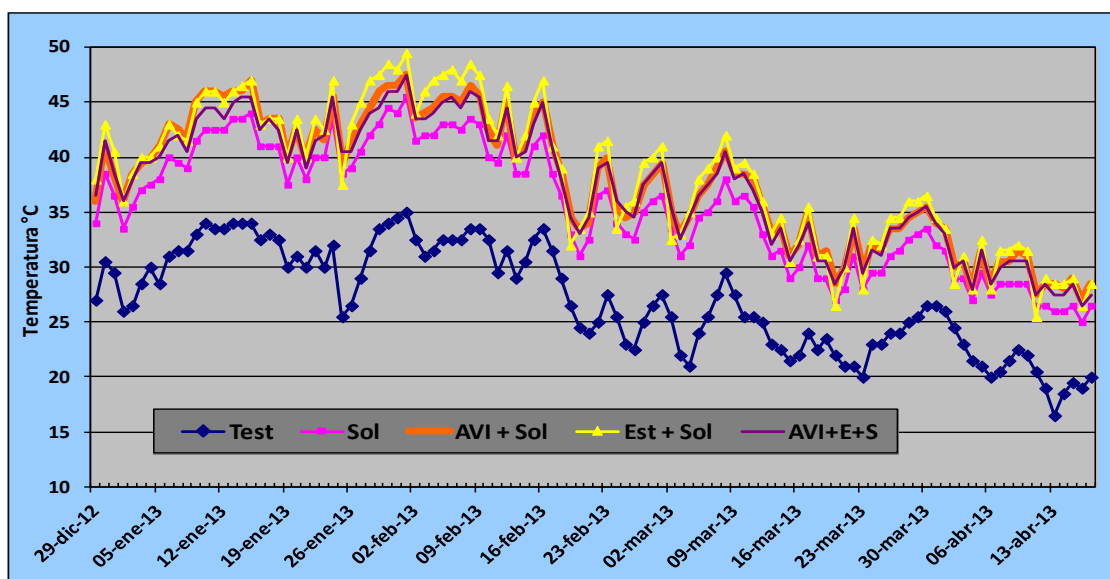


Figura 5. Temperaturas máximas de suelo a 15 cm de profundidad en los diferentes tratamientos en INIA Las Brujas Canelones.

Se destacaron los altos valores de nitratos y amonio en los tratamientos solarizados al 30 de julio, cuando se levantan los polietilenos (Cuadro 2). Se consideran importantes estos valores para ajustar la fertilización nitrogenada del vivero. Como consecuencia de la solarización se produce un incremento de nutrientes solubles. Al calentarse el suelo se eliminan microorganismos que al degradarse liberan nutrientes. Durante la solarización se incrementa la cantidad de amonio y de nitratos. La concentración de cada uno dependerá del tipo de suelo y del contenido de humedad del mismo y de la presencia de los microorganismos responsables de la nitrificación, es decir Nitrobacter y Nitrosomonas. Las temperaturas altas y el contenido de humedad en suelos de buen contenido de materia orgánica producirán una muerte de la microflora del suelo (incluyendo a los organismos nitrificantes) y se acumulará el amonio (Stapleton 1990). Se observó una reducción muy significativa del número de malezas, en la evaluación realizada el 14 de octubre, en los tratamientos solarizados con valores de 7 a 15 malezas/ m², mientras que en los no solarizados el fue de 159 a 230 malezas/ m².

Cuadro 2. Niveles de nitratos y amonio al momento de levantar el polietileno de la solarización y número de malezas/m² al 14/10/2013.

Tratamientos	Nitratos (ppm)	Amonio	N° malezas /m ²
1. Testigo	16 b	5 b	230 a
2. Solarizado	208 a	57 a	15 b
3. AVI + Solarizado	272 a	70 a	14 b
4. AVO	5* b	6 b	214 a
5. Estiércol	60 b	4 b	191 b
6. Estiércol + Solarizado	321 a	67 a	12 b
7. AVI+ Est.+ Solarizado	220 a	69 a	7 b
8. Estiércol. + AVO	6* b	4 b	159 a
CV (%)	48	28	39
LSD (0.05)	130	15	83

*Al 24/09/13

El diámetro del portainjerto no mostró diferencias entre los tratamientos en las tres evaluaciones del 3/10, 11/11 y 6/12 de 2013. La altura de las plantas fue significativamente

mayor en el T2 y T6 en abril de 2014. Se observaron las mismas tendencias en el diámetro de la planta hasta fin de enero, pero no fueron significativas en abril (Cuadro 4). Los tratamientos T2 (solarizado) y el T6 (más estiércol y solarizado) fueron los que presentaron el mayor valor de altura de planta.

Cuadro 3. Diámetro, altura de planta y número de laterales en abril de 2014.

Tratamientos	Diámetro de planta (mm)	Altura de planta (cm)	Número de laterales por planta
1. Testigo	11.65	131.5 cd	1.62
2. Solarizado	11.91	136.95 a	1.12
3. AVI + Solarizado	11.64	132.03 bc	1.34
4. AVO	11.72	129.93 d	2.22
5. Test. + Estiércol	11.93	131.88 cd	2.19
6. Estiércol + Solarizado	11.78	135.49 abc	1.43
7. AVI+ Est.+ Solarizado	11.62	133.58 ab	1.15
8. Estiércol. + AVO	11.96	131.75 bcd	2.03
CV (%)	3.6	2.54	42.3

Conclusiones

La solarización de suelo redujo significativamente el número de malezas, por lo que podría ser una práctica para mejorar el desarrollo inicial de las plantas al tener menor competencia y ahorrar mano de obra de las carpidas.

Los tratamientos con solarización tuvieron mayor contenido de nitratos y de amonio, lo que implicaría manejar la fertilización nitrogenada de manera diferente a lo tradicional.

Las plantas de los tratamientos solarizados presentaron mejor altura de planta.

La preparación del suelo con suficiente anticipación, el agregado de materia orgánica mediante la incorporación de un abono verde y/o estiércol y la solarización del suelo en un vivero frutal se presentan como herramientas a tomar en cuenta para la obtención de plantas de calidad.

Bibliografía

Arbolea J. 2009. Solarización de canteros en almácigos de cebolla para el control de malezas y enfermedades en Uruguay. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol 3 N° 2 pp 223-236.

Dutra de Souza PV., Carniel E., Kröeff J. A., 1999. Influencia de substato e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de citrange troyer (*Poncirus trifoliata* Raf x *Citrus sinensis* L. Obs). In: 1° Encontro Nacional sobre su

Davis J.R., 1991 Soil solarization pathogen and disease control and increases in control yield and quality: short and long term effects and integrated control. In: Katan J. and De Vay J. (Eds). Soil Solarization. CRC Press, Boca Ratón. Fl. Pp:39-50.

Stapleton. 1990. Physical effects of soil solarization. In: In: Proceedings of the First International Conference on soil solarization. Chapter 3. FAO.

PRATICAS DE MANEJO DE QUEBRA DE DORMÊNCIA EM POMÁCEAS

Petri, José Luiz

EPAGRI/Estação Experimental de Caçador.

e-mail: petri@epagri.sc.gov.br

Introdução

A macieira e outras fruteiras de clima temperado requerem uma certa quantidade de frio no inverno para sair da dormência (Albuquerque *et al.*, 2008). Quando estas fruteiras, como a macieira, são cultivadas em regiões com frio insuficiente, as plantas mostram baixa intensidade de florescimento e brotação. A quantidade de frio necessária para a superação da endodormência, além de variar segundo as espécies e as cultivares, apresenta variação entre tipos de gemas e gemas do mesmo tipo. Apesar disso, de maneira geral, as gemas floríferas apresentam menos requerimento de frio em comparação as vegetativas, e as gemas vegetativas terminais menor requerimento que as gemas axilares. Diante das dificuldades de determinar o requerimento em frio das espécies e cultivares, pode-se utilizar a época de floração como um indicativo, sendo que, no geral, dentro das espécies as cultivares de menor requerimento em frio tendem a florescer mais cedo (Tabela 1).

Tabela 1 - Época de floração de três cultivares de macieira com diferentes exigências em frio. Caçador-SC, 2014.

Cultivar	Início da Floração	Plena floração	Exigência em frio
Golden Delicious	09/10	20/10	800
Gala	28/09	12/10	600
Princesa	09/08	17/08	400

Efeitos da falta de frio

Uma série de anomalias ocorre quando as fruteiras de clima temperado são cultivadas em regiões de inverno ameno, onde o requerimento em frio das plantas não é totalmente satisfeito. De modo geral, ocorrem brotação e florescimento erráticos, sendo a alteração na taxa de brotação e florescimento as anomalias mais descritas. Entretanto, ao longo do ciclo de crescimento outras anomalias começam a se manifestar, causadas direta ou indiretamente pela falta de frio hibernal, com efeitos negativos à planta e à produção.

A brotação e a floração são retardadas em comparação com as regiões com invernos mais frios, sendo que a data de brotação varia de ano para ano, dependendo da quantidade de frio ocorrida. Como a taxa de brotação é menor, a área foliar total é diminuída, reduzindo a fotossíntese da planta e levando a uma carência na sua nutrição com consequências das mais diversas, mas complementares, como: baixa frutificação efetiva, redução do ciclo entre a floração e a maturação (Tabela 2). De maneira geral, ocorre:

- A redução do tamanho dos frutos;
- A formação de estruturas de produção de baixa qualidade;
- A redução da área foliar;(Tabela 3)

- A diminuição no número e deformação das flores;
- Ao encurtamento e deformação do pedúnculo;
- Ao aumento da intensidade de russeting, no caso dos frutos da macieira;
- Frutos de forma achatada e sem ressaltar os lobulos, e;
- Ao envelhecimento precoce da planta.
- Alteração do ciclo de crescimento da planta (Figura 1).

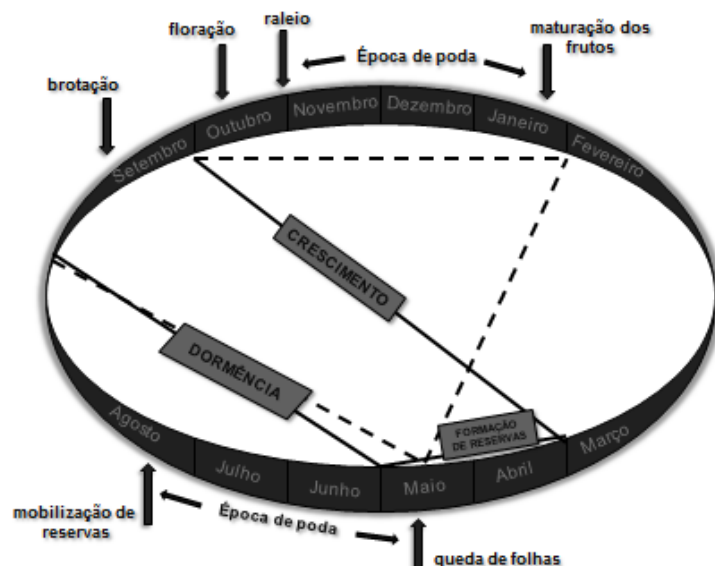


Figura 1 – Ciclo vegetativo de fruteiras de clima temperado em regiões de inverno ameno (Linha tracejada = condições normais. Linha cheia = clima ameno). Petri 2002.

Tabela 2 - Ciclo da plena floração a maturação das cultivares de macieira ‘Gala’ e ‘Fuji’ em duas regiões produtoras de Santa Catarina. Caçador-SC, 2013.

Cultivar	Local	Dias da floração a maturação		
		Mínimo*	Máximo*	Média*
Gala	Fraiburgo (1.000m)	111	125	117
	São Joaquim (1.400m)	128	148	142
Fuji	Fraiburgo	161	187	175
	São Joaquim	176	193	182

*Médias de seis anos.

Tabela 3 - Área foliar (cm²) de diferentes órgãos de frutificação da macieira em cultivares com diferentes exigências em frio. Caçador-SC, 2014.

Cultivar	Área foliar (cm ²)			
	Esporão pequeno	Esporão médio	Esporão grande	Brindila
Fuji /CD	7,6	9,4	10,5	16,0
Gala/CD	6,1	8,8	11,9	22,1
Baronesa/CD	5,3	8,1	12,3	16,2
Imperatriz/CD	6,8	10,3	13,5	27,4
Daiane/CD	7,5	8,1	11,7	19,2
Condesa/CD	11,7	14,0	18,3	28,0
Fuji/SJ	7,5	10,0	12,2	16,8
Gala/SJ	10,8	12,6	13,3	20,9

CD – Caçador – 1.055 UF; SJ – São Joaquim – 2.055 UF.

Os problemas relacionados à falta de frio apresentam-se com diferentes intensidades de acordo com a região e o ano, devido a grande variabilidade da quantidade do frio acumulado nas diferentes regiões produtoras de frutas de clima temperado no Brasil (Figura 2).

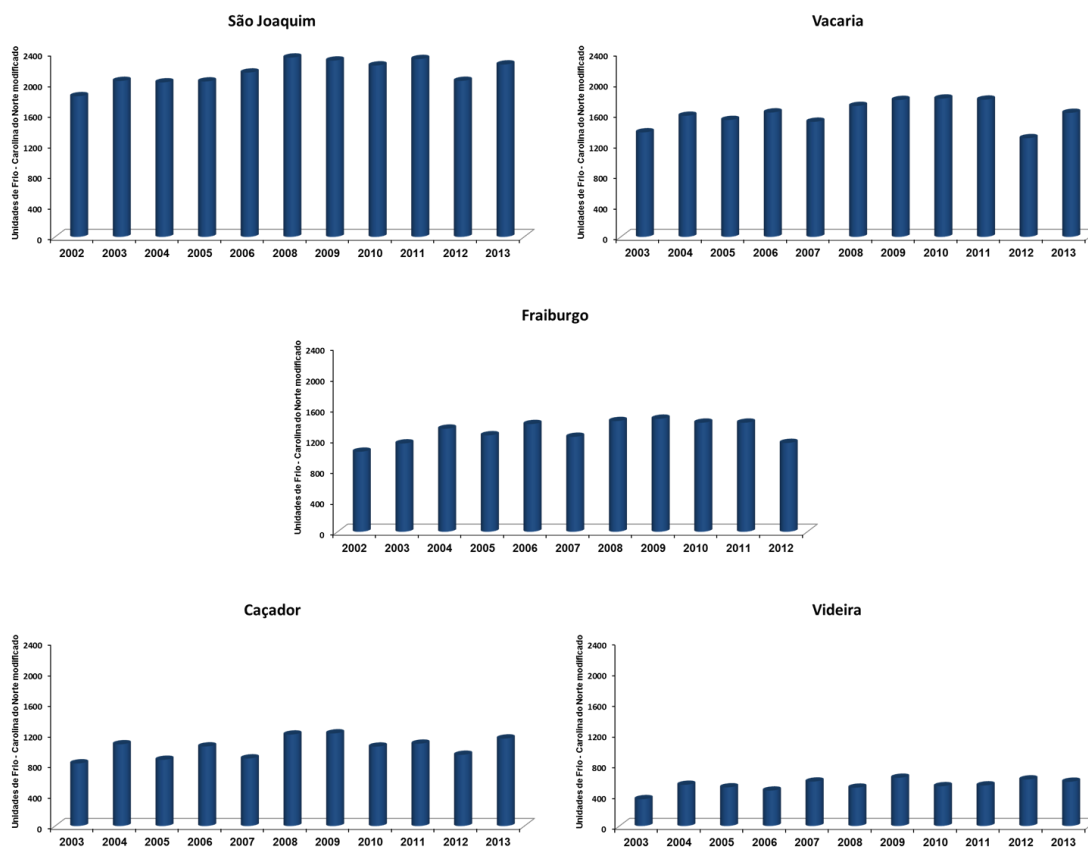


Figura 2 – Unidades de frio modelo Carolina do Norte modificado em diferentes regiões do Sul do Brasil. Caçador, SC, 2014.

Controle da dormência

Em regiões de clima ameno no período de inverno a aplicação de indutores de brotação é uma alternativa usada para reduzir o problema de falta de frio nas fruteiras de clima temperado, porém deveria vir acompanhado de práticas culturais que também complementarão a falta de frio. Entre as práticas culturais que auxiliam a indução da brotação destaca-se a poda, arqueamento dos ramos, controle do crescimento vegetativo, incisão anelar e a desfolha. Diversos produtos químicos já foram demonstrados a eficiência técnica na indução da brotação da macieira, destacando-se o dinitro-orto-cresol (DNOC), dinitro-orto-butil-fenol (DNOBP), calciclanamida, thiourea, óleo mineral, nitrato de potássio, thidiazuron, cianamida hidrogenada, usados isolados ou em combinações. Apesar da alta eficiência de alguns destes indutores de brotação, a alta toxicidade mostrada por estes compostos é um problema que pode restringir seu uso.

Segundo George *et al.* (2002) substâncias indutoras de brotação podem ser utilizadas para reduzir o requerimento em frio de cultivares de baixa e média exigência, permitindo seu cultivo em áreas que não apresentam acúmulo de frio suficiente, e para modular a época de

brotação, floração e maturação dos frutos de espécies frutíferas temperadas. Isso pode ser feito mesmo em regiões onde a dormência é superada normalmente, visando antecipar a floração, e elevar o número das gemas brotadas em espécies com forte dominância apical, aumentando sua floração e rendimento (Hawerroth et al.2010).

Nos últimos 20 anos cianamida hidrogenada e óleo mineral vem sendo utilizado comercialmente em diversas partes do mundo para a indução da brotação. Contudo novos produtos a base de nitrogênio inorgânico e ácido glutâmico tem demonstrado grande potencial para uso comercial, na indução da brotação, sendo produtos de menor impacto ambiental e com baixa toxicidade, porém poucas opções são disponíveis para uso comercial. Nas figuras 3, 4, 5 e 6 são apresentados os dados de brotação de novos indutores de brotação. A eficiência dos indutores de brotação depende do grau e da profundidade de dormência em que as gemas se encontram, devendo ser levado em consideração cultivar, as unidades de frio do local, o vigor da planta, a época de aplicação e concentração dos indutores de brotação. A época de aplicação é um dos fatores mais importantes, influenciando a intensidade e a data de brotação e floração, sendo uma das principais causas da variabilidade dos resultados obtidos com aplicação de indutores de brotação. Para a determinação da concentração dos produtos deve-se levar em consideração a intensidade do frio, a necessidade de frio da cultivar e a época de aplicação, sendo que quanto menor a intensidade de frio, maior a concentração. Quanto a época de aplicação as concentrações maiores são utilizadas quanto mais cedo for realizada a aplicação. Considerando que o efeito do produto é localizado nas gemas, é necessário que todas as gemas sejam cobertas com o produto. As alternativas de produtos e concentrações dos indutores de brotação da macieira são apresentados na Tabela 5.

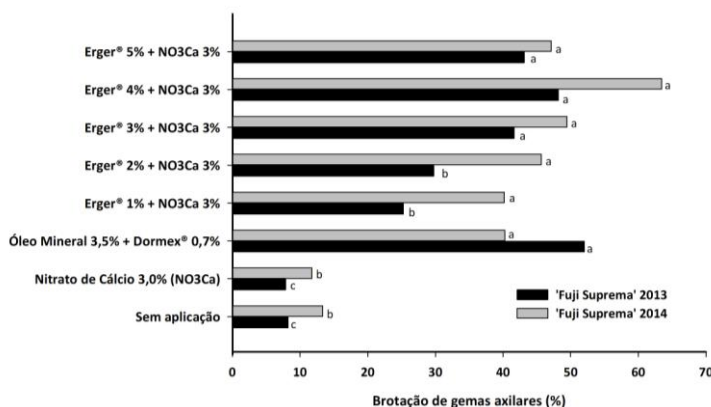


Figura 3 – Porcentagem média de gemas axilares brotadas da cultivar de macieira Fuji Suprema em função dos tratamentos com indutores de brotação, em duas safras. Caçador, SC, 2014.

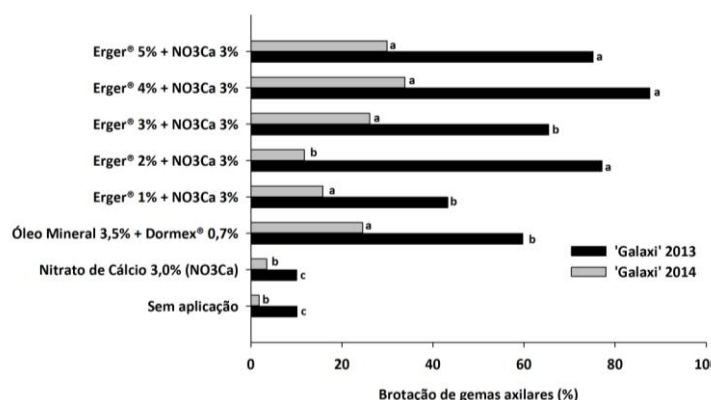


Figura 4 – Porcentagem média de gemas axilares brotas da cultivar de macieira Galaxi em função dos tratamentos com indutores de brotação, em duas safras.Caçador, SC, 2014.

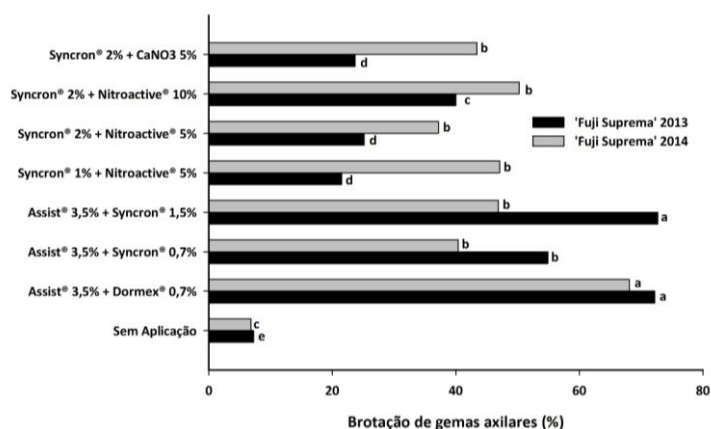


Figura 5 – Porcentagem média de gemas axilares brotas da cultivar de macieira Fuji Suprema em função dos tratamentos com indutores de brotação, em duas safras.Caçador, SC, 2014.

Tabela 4 – Produção por planta (Kg planta⁻¹) nas cultivares de macieira Fuji Suprema e MaxiGala, em função de diferentes tratamentos de superação da dormência, em duas safras Caçador, 2014.

Tratamentos	'Fuji Suprema'		'Galaxi'	
	2013	2014	2013	2014
Sem Aplicação	26,8 a	25,7ns	15,7 b	9,2ns
Assist® 3,5% + Dormex® 0,7%	32,2 a	21	24,9 a	13,8
Assist® 3,5% + Synchron® 0,7%	19,9 b	24,4	19,0 b	17,3
Assist® 3,5% + Synchron® 1,5%	17,4 b	34,5	17,1 b	24,5
Synchron® 1% + Nitroactive® 5%	30,8 a	35,5	22,3 a	14,6
Synchron® 2% + Nitroactive® 5%	26,7 a	31,4	19,7 b	19,9
Synchron® 2% + Nitroactive® 10%	29,3 a	41,2	23,4 a	14,3
Synchron® 2% + CaNO ₃ 5%	33,5 a	32,6	24,5 a	20,4
CV (%)	23,3	32,4	25,4	42,4

Médias seguidas de mesma letra, não diferem-se entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ^{ns}: Não significativo (p>0,05).

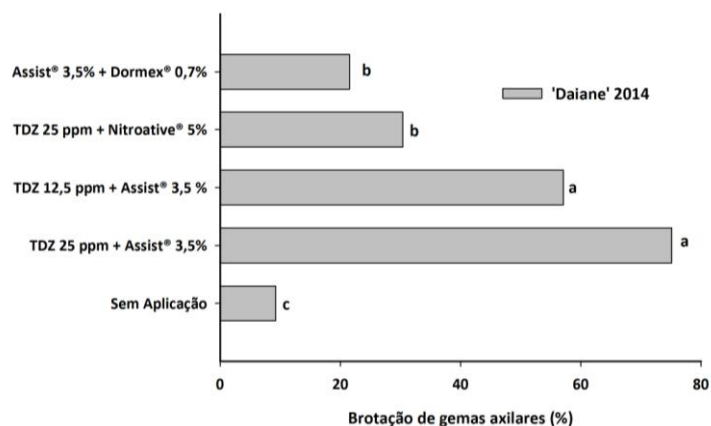


Figura 6 – Porcentagem média de gemas axilares brotas da cultivar de macieira Daiane em função dos tratamentos com indutores de brotação na safra 2013/14.Caçador, SC, 2014.

Tabela 5 – Produtos Alternativas e Dosagem para Indução da Brotação em Fruteiras de Clima Temperado.

CULTURA	PRODUTOS	DOSAGEM
MACIEIRA	Óleo Mineral	3 – 5%
	Óleo Mineral + Dormex®	3 – 4% + 0,3 – 1,2%
	Erger® + Nitrato de Cálcio	3 – 5% + 3 – 5%
	Nitrato de Potássio	7 – 10%
	Óleo Mineral + Nitrato de Potássio	3 – 4% + 7 – 10%
	Óleo Mineral + Calda Sulfocálcica	3 – 4% + 1 – 2%
	Óleo Mineral + Espalhante siliconado	3 – 5% + 0,03 - 0,05%
	Erger® + Nitrato de cálcio	3% + 3%
	Syncron® + Nitrato de cálcio	1 -2% + 3%
	Syncron® + Óleo mineral	0,7 - 1% + 3,5%
	Óleo Mineral + Thidiazuron	3,5% + 0,02 - 0,03%

Referências bibliográficas

- Hawerth FJ; Herter FG.; Petri JL; Leite GB; Pereira JFM.** 2010. Dormência em frutíferas de clima temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.– Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 56 p.
- George AP.; Broadley RH; Nissen RJ; Ward G.** 2002. Effects of new rest-breaking chemicals on flowering, shoot production and yield of subtropical tree crops. *Acta Horticulturae* 575: 835-840.
- Albuquerque N; García-Montiel F.; Carrillo A.; Burgos L.** 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 162–170.

MODELOS DE CUANTIFICACIÓN DE FRÍO INVERNAL: UN TEMA DE INVESTIGACIÓN A LARGO PLAZO QUE SUMA UN AÑO A SUS RESULTADOS.

Severino, V.; Martinelli, L.; Chiara, J.P.; Arias, M.

¹Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal. vseverin@fagro.edu.uy

El frío invernal constituye una de las limitantes de adaptación climática para los frutales de hoja caduca en Uruguay.

La necesidad de frío es muy variable entre especies y variedades y para los cultivos de frutales de pepita, este factor tiene implicancias productivas importantes.

Desde los institutos de investigación la temática ha sido abordada en diferentes momentos históricos. El Instituto de Meteorología (Díaz Clara, 1978), el INIA y la Facultad de Agronomía (Tallice et al, 1987; Severino et al, 2011; Severino et al, 2012) han concentrado esfuerzos en el tema, aportando desde la temática de la modelación hasta los métodos de compensación.

El proceso fisiológico involucrado es la endodormancia, a la cual podemos definir como la imposibilidad de un meristema de desarrollarse aún mientras las condiciones climáticas son favorables y no existe otro órgano que impide que ello ocurra.

El desarrollo de la endodormición comienza en las yemas basales de las brindillas, movilizándose luego, en forma acrópeta (Nars y Wareing, Chandler, citados por Powell, 1987), y el mismo es superado mediante la exposición de los meristemas a bajas temperaturas. Por tanto, uno de los enfoques en esta temática es la cuantificación del frío ocurrido durante el invierno.

¿Por qué cuantificar el frío?

Cuantificar el frío invernal nos permite predecir el comportamiento de los cultivos que presentan endodormancia y esta predicción es un elemento fundamental para generar la zonificación del país en cuanto a su aptitud para plantaciones de frutales de hoja caduca.

Por otra parte, el estudio de la profundidad de la endodormición en especies leñosas originarias de zonas con clima templado cultivadas en regiones subtropicales, resulta de gran importancia a la hora de determinar si es necesario realizar tratamientos que permitan completar los requerimientos necesarios para salir de la dormición (Dennis, 2003) o el momento de realizar los mismos. Por lo tanto, la correcta cuantificación del frío ocurrido aporta información valiosa para el manejo de los cultivos instalados.

La dormición comienza con la paradormición y se profundiza durante la d-endodormición. Cuando la endodormición se hace más débil, durante la s-endodormición, las yemas responden a los agentes quebradores de la dormición. Luego puede presentarse un período de ecodormición en el que la profundidad y duración es dependiente del ambiente (Faust et al, 1997).

Cuantificar adecuadamente el frío ocurrido nos permite determinar cuándo se comienza a salir de la endodormición y por tanto, el momento en el cual los compensadores de crecimiento tendrán más efecto.

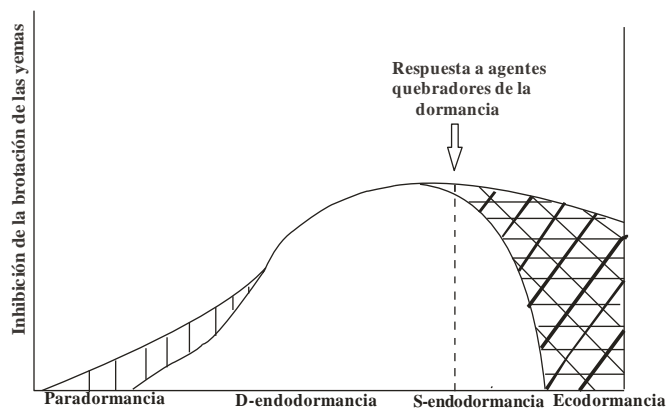


Fig. 1. Representación esquemática de la inhibición de la brotación durante la dormición. Adaptado de Faust et al. (1997).

¿Cómo se cuantifica?

El frío invernal es cuantificado mediante modelos matemáticos aplicados sobre los valores de temperaturas horarias durante los meses de invierno. Desde 1950 cuando Weinberger propone el concepto de Hora Frío se han desarrollado un importante número de modelos. En 1974 es publicado el modelo conocido como “Utah model” que incorpora el concepto de Unidad de Frío (Richardson et al., 1974). Estos dos modelos han tenido una importante adopción en las zonas de cultivo de frutales de hoja caduca, pero han mostrado no predecir correctamente el fin del receso bajo condiciones de inviernos templados.

¿Cuándo cuantificar?

El frío ocurrido es cuantificado anualmente para tomar decisiones sobre el proceso de endodormición de ese ciclo productivo y el análisis histórico del mismo permite consideraciones de adaptación de cultivos.

Dado que el frío invernal tiene su efecto fisiológico sobre los meristemas en endodormición, deberá conocerse el inicio y el fin de este proceso para poder realizar la cuantificación correctamente.

El inicio de la endodormición fue determinado en campo una vez que se alcanza el 50% de hoja caída. El fin de la misma fue determinado en cámara de crecimiento, utilizándose dos métodos, el 50% de brotación, de acuerdo a lo propuesto por Dennis (2003), y la tasa de brotación, como $1/(\text{días hasta } 25\% \text{ de brotado de yemas terminales})$ de acuerdo a la metodología propuesta por Halgryn *et al.* (2001), como forma de determinar una medición adecuada a nuestras condiciones en virtud de la falta de consenso alcanzado en cuanto al protocolo o metodología a seguir (Dennis, Jr, 2003).

La determinación precisa de los requerimientos térmicos necesarios para salir del receso invernal se realiza en condiciones de laboratorio –con la finalidad de controlar las variables ambientales de mayor incidencia (radiación solar, temperatura, humedad relativa, etc)- y algunos de los criterios metodológicos más frecuentemente utilizados que generan discusión al respecto son:

- La necesidad de evaluar plantas enteras en estructuras protegidas o plantas en macetas de diferentes tamaños que permitan el transporte desde el campo a estructuras con condiciones controladas. Sin embargo, la mayoría de los experimentos realizados en dormición de yemas

se han llevado a cabo forzando ramas expuestas en condiciones naturales, a brotación en cámara de crecimiento.

- La definición del *fin del receso invernal*, usualmente tomado como la brotación del 50% de yemas pertenecientes a brindillas de un año luego de un período determinado de exposición a temperaturas de brotación, es cuestionado por Couvillon y Erez por considerarlo un punto arbitrario en la salida de la endodormición y por Halgryn et al (2001) quien propone evaluar la respuesta a la acumulación de frío como el tiempo necesario para que una yema alcance un estado de brotación determinado (tasa de brotación).

- Otro punto en discordancia lo que constituye la determinación de crecimiento o brotación de una yema en sí, variando entre el estado de punta verde para o el porcentaje de yemas que llega a plena floración o a desarrollo vegetativo completo, pero debe considerarse que las brindillas muchas veces consumen sus reservas o se obstruyen los vasos conductores antes de alcanzar dichos estados.

- Consideraciones acerca de trabajar con yemas individuales o brindillas enteras son también realizadas por autores como: Paiva y Robitaille, Plancher (1983).

¿Dónde medir?

Las temperaturas utilizadas pueden provenir de termómetros instalados en la plantación, aunque a los efectos de este trabajo se ha utilizado los valores provenientes de estación meteorológica.

Resultados.

Los métodos evaluados para determinar la salida de la endodormición, 50% de yemas brotadas y tasa de brotación, han mostrado resultados con variaciones menores (figura 2 y cuadro 1). En los primeros años de estudio no se consideró evaluar la tasa de brotación en la planificación de los ensayos, por lo que las evaluaciones no fueron realizadas con la frecuencia necesaria para realizar dicha medición y por tanto los resultados son solo estimativos. A partir del año 2009 se comenzó a evaluar la tasa de brotación.

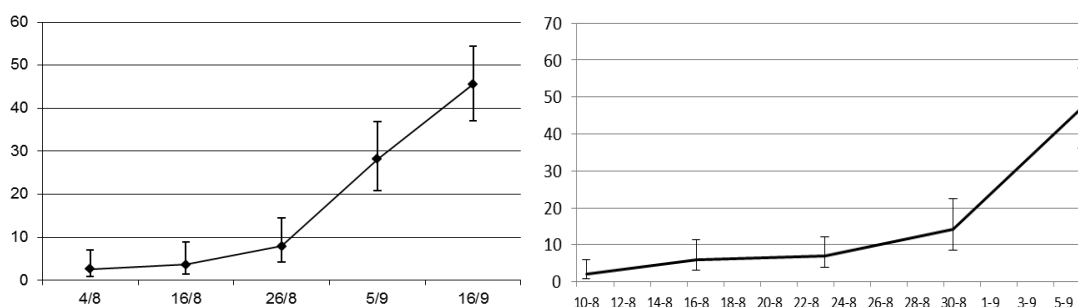


Figura 2. Evolución de la brotación en cámara, a. Gala 2005 (adaptado de Severino, V. et al, 2011) , b. Gala 2014

Cuadro1. Fechas de inicio y fin de endodormición según variedad, año y método de estimación.

	Inicio de endodormición	Fin de endodormición (50% de brotación)	Fin de endodormición (tasa de brotación)
R.Chief 05	02-jun	26-sep	s/d
R.Chief 06	25-may	25-sep	5-10
Red 14	29-may	15-set*	6-9
G.Smith 05	07-jun	16-sep	s/d
G.Smith 06	10-jun	25-sep	26-9
G. Smith 14	25-may	15-set*	30-8
R. Gala 06	26-may	27-sep	s/d
Gala 09	27-may	16-sep	9-set
Gala 14	08-jun	05-sep	30-8

Desde el año 2005 se han desarrollado diferentes tesis que han aportado datos a la evaluación de los diferentes modelos de cuantificación propuestos. Los resultados de la cuantificación del frío para las variedades R.Chief, Granny Smith y Gala se presentan en el cuadro 2.

Para la elección del modelo que más se ajusta al comportamiento de las variedades, hemos definido analizar el coeficiente de variación (cv) de cada modelo para cada variedad y considerando que el mejor modelo es el que presenta el menor cv.

De acuerdo a este criterio, el modelo dinámico ha presentado resultados muy promisorios ya desde los ensayos conducidos en 2005-2006.

Sin embargo, es necesario contar con un mayor número de años para poder establecer a cualquiera de ellos como el modelo de más ajuste.

Cuadro 2. Cuantificación del frío invernal según variedad, año y modelo.

	Richardson	Weimberguer	Shaltout	Richardson positive	Modelo dinámico
R.Chief 05	745	409	1183	1023	532
R.Chief 06	911	552	1321	1072	567
Red 14	935	662	1200	1300	581
Cv	12	24	6	13	5
G.Smith 05	669	312	1039	857	449
G.Smith 06	856	519	1217	987	518
G. Smith 14	935	662	1200	1300	581
Cv	17	37	9	22	13
R. Gala 05	794	392	1184	994	512
R. Gala 06	900	556	1337	1087	587

Gala 09	1009	877	729	1168	525
Gala 14	970	640	1185	1157	512
Cv	10	34	24	7	7

El efecto de los diferentes momentos de aplicación de compensadores sobre los porcentajes de brotación de las distintas yemas que han sido observados en nuestros ensayos concuerdan con lo planteado por los distintos autores que han sido citados.

Puede observarse que la yema apical ha brotado en un porcentaje mayor al 95 independientemente del momento en el que fueron aplicados los tratamientos compensadores. Sin embargo, sobre las yemas laterales, las aplicaciones más tempranas de compensadores solo alcanzaron un 50% de brotación (Figura 3).

Estos resultados son consistentes con el concepto de que los compensadores deben ser aplicados luego de que las yemas se encuentran en s-endormancia o endodormancia liviana, para tener un mayor efecto y que las yemas basales tienen un mayor requerimiento de frío (Young et al., 1995).

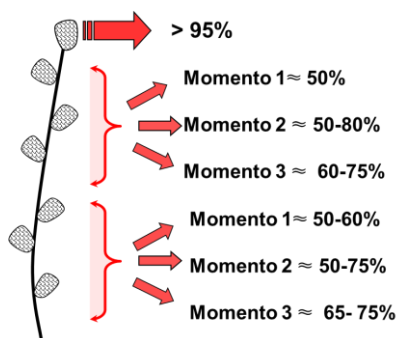


Figura 3. Diagrama mostrando los porcentajes de brotación de yemas en función de su ubicación en la brindilla y el momento de aplicación de compensadores de frío.

Bibliografía.

Couvillon, G.A., G.A. King, C.M. Moore, and P. Bush. 1975. Obtaining small peach plants containing all bud types for “rest” and dormancy studies. *HortScience* 10:78–79.

Dennis Jr. F. 2003. Problems in standardizing Methods for Evaluating the Chilling Requirements for the Breaking of Dormancy in Buds of Woody Plants. *HortScience* 38(3):347-349.

Díaz Clara W. 1978. Primera determinación de horas de frío en el Uruguay. Ministerio de Defensa Nacional. Departamento de Agrometeorología. Nota técnica nº 8. 6 p.

Erez, A., Fishman, S., Linsley-Noakes, G. C.; Allan, P. 1990. The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Horticulturae*, 276: 165–174.

Halgryn P.J., Theron K.I. and Cook N.C.. 2001. Genotypic response to chilling period of apple buds from two Western Cape localities. *South African Journal of Plant Soil* 18 (1):21-27.

Linsley-Noakes GC, Allan P, Matthee GW. 1994. Modification of rest completion models for improved accuracy in South African stone fruit orchards. *Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences* 4(1):13-15.

Plancher, B. 1983. Chilling requirement of rooted layers, detached shoots, and single-node cuttings of *Ribes nigrum* L. (in German). *Gartenbauwissenschaft* 48:248–255.

Powell, L.E. 1987. Hormonal Aspects of Bud and Seed Dormancy in Temperate-zone Woody Plants. *Hortscience* 22(5): 845-850.

Richardson E.A., Seeley S.D. and Walter D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for “Redhaven” and “Elberta” Peach trees. *HortScience* 9(4):331-332.

Severino Vivian, Arbiza Héctor, Arias Mercedes, Manzi Matías, Gravina Alfredo. 2011. Modelos de cuantificación de frío efectivo invernal adaptados a la producción de manzana en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. vol.15, n.2: 19:28

Severino Vivian, Arbiza Héctor, Arias Mercedes, Manzi Matías, Gravina Alfredo. 2012. Manejo de la dormición de manzanos en el sur del Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. Vol.16(2): 18-26.

Shaltout A.D. and Unrath C.R. 1983. Effect of some growth regulators and nutritional compounds as substitutes for chilling of ‘Delicious’ apple leaf and flower buds. *Journal of the American Society For Horticultural Science* 108(6):898-901.

Talice R., Contarín S. and Curbelo L. 1987. Evaluación de dos métodos de medida de frío invernal para las condiciones de Uruguay. *Anales IX Congreso Brasileiro de fruticultura*. p. 773-777.

Weinberger J.H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science*. 56:122-128

Young, E. 1992. Timing of high temperature influences chilling negation in dormant apple trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117(2): 271-273.

RIEGO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL MANZANO (*Malus domestica* Borkh) cv. ‘GALA’

1- El riego y el nitrógeno afectan la productividad del manzano cv. Gala

Campi, Pablo¹; García, Claudio¹; García, Mario²

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), INIA Las Brujas

² Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía- UDELAR

e-mail: pcampi@inase.org.uy

Palabras clave: fertilización, calidad de fruta, *Malus domestica*, rendimiento, suelo.

Resumen

Se cuantificó el efecto del riego y el N aplicado en la productividad de frutos en plantas de manzano *Malus domestica* Borkh cv. ‘Gala’ durante la temporada 2008-09. Se evaluaron dos montes (sitio 1 (S1) y sitio 2 (S2)) de siete años de edad, en alta densidad de plantas, implantadas sobre portainjerto M9 y suelos franco-arcillo-limoso Argiudol Típico. El diseño experimental fue parcela divididas con cuatro tratamientos de riego (parcela grande): testigo (sin irrigación), 50%, 75% y 100% de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc); combinada con cuatro fertilizaciones (parcela chica) 0, 110, 220 Kg N ha⁻¹ y 110 Kg N ha⁻¹ + 120 Kg K ha⁻¹, y cuatro repeticiones de tres plantas. Se evaluó: sección transversal de tronco, peso de brotes del año en poda invernal; número, peso, diámetro ecuatorial, color, presión de pulpa, acidez titulable y sólidos solubles en frutos. Desde pos-cuajado a fin de cosecha la ETc fue 572 mm y las lluvias fueron 173 (S1) y 201 mm (S2). Los riegos a máxima demanda (100 % ETc) fueron 570 (S1) y 307 mm (S2). El aumento de la lámina de riego promovió la precocidad de cosecha, el rendimiento por planta, y el peso y diámetro de fruta. El tratamiento de 100% ETc, incrementó el rendimiento de fruta por hectárea en un 98% respecto al tratamiento control (no irrigado). Además el riego disminuyó la presión de pulpa y la concentración de sólidos solubles. El peso de brotes de poda y la sección transversal del tronco se vio acrecentado tanto por efecto del riego como del N. No hubo efecto de la fertilización con K. El efecto del riego en el rendimiento, calidad de la fruta y crecimiento vegetativo fue mayor que el del N.

Introducción

Periodos de faltantes de lluvias en regiones húmedas, generan estrés hídrico y afectan negativamente el desarrollo de los árboles y calidad de los frutos del manzano (Mills *et al.*, 1994). En regiones del mundo con frecuencia e intensidad erráticas de precipitaciones es de interés ajustar el manejo del riego (Contepas, 1993; García Petillo *et al.*, 2003; Dragoni *et al.*, 2004; García, 2006). Precipitaciones mayores a 450 mm en la estación de crecimiento las respuestas productivas al riego se minimizan (García Petillo *et al.*, 2003; García, 2006). Landsberg y Jones (1981) adjudican al riego tres beneficios principales: mejora en el crecimiento del árbol, aumento en el rendimiento y tamaño del fruto. Irving y Drost (1987) determinaron que el inicio de crecimiento rápido del fruto es un momento sensible al déficit hídrico. Menores contenidos de humedad en el suelo proporcionan mayor firmeza de pulpa y concentración de sólidos solubles (SS), y menor acidez (AT) (Assaf *et al.*, 1975; Behboudian *et*

al., 1998; Bonany y Camps, 1998). El déficit hídrico incrementa de forma indirecta la coloración roja de la fruta por la reducción del crecimiento vegetativo y consecuentemente mayor exposición de los frutos a la luz directa (Naor *et al.*, 1997). En Uruguay el tratamiento de riego que logró mayor crecimiento de tronco y poda invernal fue el que mantuvo la humedad del suelo a capacidad de campo (Calcetto *et al.*, 2007).

La fertilización nitrogenada ejerce un marcado efecto en la composición del fruto y su calidad. La cantidad a aplicar, así como los efectos que ejerce sobre los equilibrios nutricionales no se conocen con claridad (Casero *et al.*, 2003). En montes de manzano con altos rendimientos existe una salida neta de nitrógeno y de potasio significativa (Malaguti *et al.*, 2006). Se han reportado diversas respuestas productivas al agregado de dosis de N de 40 a 150 kg ha⁻¹ (Weinbaim *et al.*, 1992; Malaguti *et al.*, 2006; Hipps, 1997).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la respuesta en términos de crecimiento y productividad, a la aplicación de diferentes láminas de riego y de fertilizaciones con nitrógeno en árboles de manzano *Malus domestica* Borkh cv. ‘Gala’.

Materiales y métodos

Los ensayos experimentales se realizaron en la localidad de Melilla Canelones, zona frutícola sur del Uruguay en dos montes comerciales “sitio 1(S1) y sitio 2 (S2)” de manzanos cv. ‘Gala’ (*Malus domestica* Borkh) de 7 años de edad. La densidad de plantación del S1 es 2105 plantas ha⁻¹ (3.8 m x 1,25 m) y el S2 de 2500 plantas ha⁻¹ (4 m x 1 m), conducidos ambos a líder central sobre el portainjertos M9. El diseño experimental fue de parcelas divididas en 4 bloques completos al azar, con cuatro tratamientos de riego (parcela principal): 50%, 75% y 100% de la ETc y un tratamiento testigo sin riego, y cuatro de fertilización: 0, 110, 220 y 110 Kg N ha⁻¹ +120 Kg K ha⁻¹. La unidad experimental fueron 5 plantas, donde se evaluaron las tres plantas centrales. El suelo corresponde a un Argiudol Típico o Brunosol Típico, y se analizaron las propiedades químicas, físicas e hídricas. Se hizo seguimiento de la humedad del suelo y se midió el potencial hídrico xilemático. Se evaluaron los componentes del rendimiento, calidad de fruta y crecimiento vegetativo por planta.

Resultados Principales

En el periodo de crecimiento de las plantas desde el cuajado a fin de cosecha de frutos (1/11/2008-22/02/2009) las precipitaciones registradas fueron 173 mm (S1) y 201 mm (S2) y la ETc fue de 572 mm, catalogando este período en severamente seco. El riego aplicado en el S1 fue acorde a la evapotranspiración del cultivo (ETc) y fue de 570 mm y el S2 la fuente de agua fue limitada por la sequía y se aplicó riego restrictivo a un 54% de la ETc.

En las plantas de los tratamientos no regados y con riego restrictivo (154, 230, 287, 307 mm de agua aplicados) los potenciales hídricos presentaron valores más negativos a -1.3 MPa, punto de corte que disminuye el peso promedio y el rendimiento de fruta. La humedad del suelo en los primeros 20 cm en el tratamiento en secano se mantuvo por debajo del punto de marchitez permanente o límite inferior (LI); por el contrario, el tratamiento de riego a 100% ETc mantuvo la humedad en valores más altos y fue el más cercano a capacidad de campo o límite superior (LS), estos aumentos de humedad de suelo se tradujeron a respuestas productivas.

En los dos primeros repases de frutos hubo un adelanto de la cosecha del orden de 22530 Kg ha⁻¹ y 39 g fruto⁻¹, si comparamos el tratamiento secano vs el tratamiento de mayor agua aplicada en el S1. En cambio el S2, riego restrictivo al 54% de la ETC a partir de diciembre (plena fase II del crecimiento del fruto), el adelanto de la cosecha solo significaría 2530 Kg ha⁻¹ y 17 g fruto⁻¹. En la Figura 1 se muestra los incrementos de kg por há y según el riego aplicado.

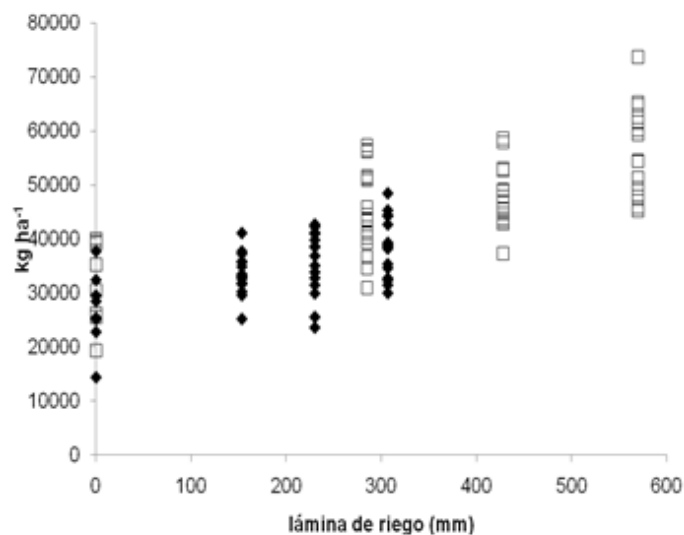


Figura 1. Relación entre el rendimiento de manzana (kg ha⁻¹) y las láminas de riego aplicado (mm). Para sitio 1: kg ha⁻¹ = 39,68 x + 32362 (R²=0,49); para el sitio 2: 36,86 x + 27404 (R²=0,33)

Se observa una respuesta lineal significativa para los dos sitios del factor riego sobre el rendimiento Kg.há⁻¹, esta respuesta incrementó casi 40 kg. há⁻¹ por milímetro de agua de riego aplicado. El rendimiento máximo se dio en el S1 con 54980 kg há⁻¹ en el tratamiento de riego que cubrió el 100% de la ETC, también el peso de fruto promedio tuvo una respuesta similar al rendimiento y presentó un incremento de 0,1 g por cada mm de riego aplicado.

Por otro lado, no existió un efecto marcado del N aplicado en el rendimiento final de frutos esto es debidos a que contenidos de N foliares de todos los tratamientos presentaron valores altos y/o adecuados (> a 2,5% de N en base seca) en comparación con los estándares internacionales, asociado también a que los suelos tienen fertilidad alta inicial. Solo el parámetro diámetro de fruto con dosis altas de N (220 Kg ha⁻¹) incrementó con respecto a tratamiento sin aplicación de N en el S2.

El cuanto al crecimiento vegetativo, la variable peso medio de las ramas de poda fue más sensible al efecto del riego y del N aplicado que la variable sección transversal del tronco, y existió diferencias entre los tratamientos de riego y N aplicados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Peso de rama promedio e incremento de sección transversal del tronco (STT)

Riego (% ETc)	Peso de rama (g)	% incremento STT
100	16,69 a †	12,63 a
75	11,58 b	12,05 a
50	10,15 b	10,45 a
0	6,21 c	2,27 b
Nitrógeno (kg N ha ⁻¹)		
220	14,20 a	12,26 a
110	12,01 ab	9,89 ab
0	9,25 c	7,70 c

† Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por test de Tukey.

Los resultados más relevantes en los parámetros internos de calidad de frutos fueron: el factor riego se correlaciona negativamente con la presión de pulpa y los SS disminuyeron con el aumento de riego por efecto de dilución en la fruta. Por otro lado el aumento en la dosis de N aplicado incrementó la concentración de N foliar y en el fruto, y se relaciona positivamente al aumento de diámetro de frutos, y relaciona negativamente con la presión de frutas.

Conclusiones principales

El monitoreo de la humedad del suelo en los primeros 20 cm permitió distinguir diferencias en los tratamientos de riego en relación a diferentes respuestas productivas y vegetativas. Cuantificar el agua disponible en el perfil del suelo al inicio de la floración y el estudio de la probabilidad y registro de las precipitaciones desde la floración a cosecha son dos medidas primordiales en el manejo del riego en el cultivo del manzano.

No existió interacción significativa entre el factor riego y N en función de las variables productivas. El peso promedio de los brotes de poda, y sección transversal del tronco aumentó por efecto del riego y del N. El riego aumentó el rendimiento y calidad de la fruta en mayor grado que el nitrógeno.

El riego incrementó el rendimiento total en casi 40 kg ha⁻¹ e incrementó el peso de los frutos en 0,1 g por cada mm adicional aplicado. También aumentó significativamente la variable diámetro ecuatorial. Todos estos incrementos están asociados a mayores niveles de la humedad en el suelo. El riego, además, disminuyó la presión de pulpa y los sólidos solubles. El factor nitrógeno afectó el diámetro ecuatorial de los frutos. No hubo un efecto significativo del N en los parámetros de calidad interna de la fruta.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó bajo el convenio INIA-UDELAR en el marco de becas de estudios priorizadas por INIA (2009), fue el trabajo final de Tesis de Maestría para el otorgamiento del título de Magister en Ciencias Agrarias Opción Ciencias del Suelo y Fisiología Vegetal. Aprovecho la oportunidad de agradecer especialmente a los Sres. Ismael Solari y Luis Solari por otorgar los sitios de evaluación de los ensayos de este trabajo, a mis tutores Claudio García y Mario García por sus aportes. A todo el personal que trabajaron en los laboratorios de análisis

de Suelo, de análisis de nutrientes en hoja y Pos-cosecha en la Estación Experimental del INIA Las Brujas.

Bibliografía

- Assaf R; Levin I; Bravdo BA.** 1975. Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apple trees. *Journal of Horticultural Science*, 50: 481-493.
- Behboudian MH; Dixon J; Pothamshetty K.** 1998. Plant and fruit responses of lysimeter-grown 'Braeburn' apple to deficit irrigation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73 (6): 781-785.
- Bonany J; Camps F.** 1998. Effects of different irrigation levels on apple fruit. *Acta Horticulturae*, 406: 47-52.
- Calcetto J; Campi P; Guerino G.** 2007. Respuesta a la aplicación de diferentes dosis y épocas de riego sobre el crecimiento vegetativo del manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. Red Chief. [Tesis de grado, Ing. Agr]. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 67 p.
- Casero T, Recasens J, Xucla F.** 2003. Relaciones entre nutrientes en hoja, frutos y calidad de manzanas. *Fruticultura Profesional*, 139: 23-26.
- Contepas JP.** 1993. Drip irrigation in Loire Valley orchards (France): advantages and limits. *Acta Horticulturae*. 335: 449-454.
- Dragoni D, Lakso AN, Piccioni RM.** 2004. Transpiration of an apple orchard in a cool humid climate: measurement and modeling. *Acta Horticulturae*, 664: 175-180.
- García C.** 2006. Manejo de la Irrigación de cultivos de papa, pera y manzana en Uruguay. [Tesis de Doctorado]. Santa Maria, RS, Brasil. 116 p.
- García Petillo M.; Puppo L.; Romero G.; Baccino G.** 2003. Respuesta al riego de duraznero, manzano y peral en montes comerciales. *Agrociencia*, 7 (2): 49-61.
- Hipps NA.** 1997. Effects of nitrogen, phosphorus, water and pre-planting soils sterilisation on growth and yield of Queen Cox/M9 apple trees *Acta Horticulturae*, 448: 125-131.
- Irving D; Drost J.** 1987. Effects of water deficit and vegetative growth, fruit and fruit quality in Cox's Orange Pippin apple. *Journal of Horticultural Science*, 62(4): 427-432.
- Landsberg J; Jones H.** 1981. Apple orchards. En: *Water deficit and plant growth*. T.T. Kozlowski (Ed.) New York, Academic Press. v. 6, pp. 419-469.
- Malaguti D, Rombolá AD, Quartieri M, Lucchi A, Inderst B, Marangoni B, Tagliavini M.** 2006. Effects of the Rate of Nutrients by Fertigation and Broadcast. Application in 'Gala' and 'Fuji' Apple. *Acta Horticulturae*, 721 : 447-454.
- Mills TM; Behboudian MH; Clothier BE.** 1994. Plant water status and fruit quality in 'Braeburn' apple. *HortScience*. 29: 1274-1278.
- Naor A, Klein I, Doron I, Gal Y, Ben-david Z, Bravdo B.** 1997. The effect of irrigation and crop load on stem water potential and apple fruit size. *Journal of Horticultural Science*. 72 (5): 765-771.
- Weinbaum SA, Jhonson RC, Dejong TM.** 1992. Causes and consequences of over fertilization in orchards. *HortTechnology*, 2(1): 112-120.

RIEGO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL MANZANO (*Malus domestica* Borkh) cv. ‘GALA’

2. Cambios en las concentraciones de nutrientes en plantas de manzano cv. Gala por aplicación de riego y nitrógeno

Campi, Pablo¹; García, Claudio¹; García Mario²

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), INIA Las Brujas

² Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía- UDELAR

e-mail: pcampi@inase.org.uy

Palabras claves: Fertilización, suelo, *Malus domestica*

Resumen

El objetivo fue cuantificar los cambios en las concentraciones de nutrientes en hoja y fruto provocados por la aplicación de diferentes láminas de riego y dosis de nitrógeno en árboles de manzano *Malus domestica* Borkh cv. ‘Gala’ durante la temporada 2008-09. El ensayo se realizó en dos montes (sitio 1 (S1) y 2 (S2)) de siete años de edad, implantados en alta densidad, sobre el portainjertos M9 en suelos franco-arcillo-limoso, Argiudol Típico. El diseño experimental fue parcela divididas con cuatro tratamientos de riego (parcela grande): testigo (sin irrigación), 50%, 75% y 100% de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc); y tres dosis de fertilizaciones (parcela chica): 0, 110, 220 Kg N ha⁻¹. Se evaluó en la temporada de crecimiento la evolución de la humedad del suelo y de los contenidos de nutrientes en hoja y fruta de N, K, P, Ca, Mg y Zn, Mn, Cu, Fe. Desde pos-cuajado de frutos a caída de hoja el aumento del riego incrementó los contenidos de nutrientes foliares de N, Ca, Fe y Mg, y disminuyó el K y el Zn; la fertilización con N incrementó el contenido de N foliar. Según estándares nutricionales en muestreos de hojas en el mes de enero, los contenidos de N presentaron valores altos y algunos en exceso. El K presentó valores normales a altos y algunos deficientes. El P presentó valores normales a altos sin tener valores en exceso ni deficientes. Los contenidos de nutrientes cuantificados en pulpa de frutos de 2-3 cm de diámetro fueron más sensibles al efecto del riego y el N aplicado que en frutos maduros (cosechados); desde pos-cuajado (diámetro de 2-3 cm) hasta la cosecha disminuyó 53 % el N, 36% el Mg, 29% el P, 24% del K, y 13% del Ca. En frutos terminados el N aplicado aumentó principalmente el contenido de N en pulpa, y el riego incrementó el N y K.

Introducción

En montes de manzano de alta densidad de plantación, usualmente se espera rendimientos de 50 t ha⁻¹, que resulta en una significativa salida neta de N y de K del monte (Malaguti *et al.*, 2006). El consumo de lujo de N favorece el gasto de energía por el aumento del número y tamaño medio de brotes vegetativos en detrimento de la producción de frutos (Hipps, 1997).

La ocurrencia de déficit hídrico durante el crecimiento de frutos perjudica la absorción de nutrientes (Assaf *et al.*, 1975). Si la humedad del suelo no es adecuada, la nutrición de las plantas de manzano es deficiente (Carballo, 1995). El riego repercute en los contenidos de nutrientes foliares y afecta la cantidad a fertilizar (Fernández, 1999). Incrementos de N

fertilizado disminuyó el contenido en hoja de K y aumento el Mg (Fallahi *et al.*, 1997). Los estándares minerales de hoja, flor y fruto son una herramienta de gran utilidad que permite diagnosticar y corregir de manera temprana los desbalances minerales. A continuación se presenta el cuadro de concentraciones foliares estándares internacionales según niveles de suficiencia y niveles críticos en plantas de manzano.

Cuadro 2. Rango de concentración de nutrientes foliar (% en peso seco) de estándares internacionales según niveles de suficiencia y niveles críticos en plantas de manzano.

% PS – ppm	†Deficiente	nivel bajo	nivel normal	nivel alto	Exceso	‡ Nivel Crítico
N	< 1,6	1,6-1,9	2,0-2,4	2,5-3,0	>3	2,0-2,4
P	< 0,1	0,1-0,14	0,15-0,2	0,21-0,30	>0,3	0,13-0,45
K	< 0,8	0,8-1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	>2,0	1,2-2,0
Ca	< 0,7	0,7-1,1	1,1-2,0	2,1-2,5	>2,5	1,1-2,5
Mg	< 0,18	0,18-0,24	0,25-0,35	0,36-0,5	>0,5	0,24-0,50
Zn	< 10	10-15-	16-50	>50	-	20-60
Mn	< 20	20-24	25-100	101-200	>200	30-100
Cu	< 4	4-5-	6-20	21-100	-	5-15
B	< 15	15-19	20-60	61-200	>200	30-60

† Extraído de Bright, J. (2005); ‡ Nivel crítico de nutrientes de muestras foliares en el Hemisferio sur extraído de Sánchez, 1999, para los meses de enero-febrero.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar los cambios en los contenidos de nutrientes en hoja y fruto generados por la aplicación de diferentes láminas de riego y niveles de fertilización nitrogenada en árboles de manzano *Malus domestica* Borkh cv. ‘Gala’.

Materiales y métodos

Los ensayos experimentales se realizaron en la localidad de Melilla Canelones, zona frutícola sur del Uruguay en dos montes comerciales “sitio 1(S1) y sitio 2 (S2)” de manzanos cv. ‘Gala’ (*Malus domestica* Borkh) de 7 años de edad. La densidad de plantación del S1 es 2105 plantas ha⁻¹ (3.8 m x 1,25 m) y el S2 de 2500 plantas ha⁻¹ (4 m x 1 m), conducidos ambos a líder central sobre el portainjertos M9. El diseño experimental fue de parcelas divididas en 4 bloques completos al azar, con cuatro tratamientos de riego (parcela principal): 50%, 75% y 100% de la ETc y un tratamiento testigo sin riego, y cuatro de fertilización: 0, 110, 220 y 110 Kg N ha⁻¹ +120 Kg K ha⁻¹. La unidad experimental fueron 5 plantas, donde se evaluaron las tres plantas centrales. El suelo corresponde a un Argiudol Típico o Brunosol Típico, y se analizaron las propiedades químicas, físicas e hídricas. Los nutrientes analizados fueron: N, Ca, K, P, Mg, Mn, Zn y Cu y se midieron en 5 momentos post-aplicación de N: post-cosecha, cuajado, crecimiento de fruto, pre-cosecha y en pos-cosecha. En fruta se cuantificaron los contenidos de nutrientes en 2 momentos: tamaño de fruto 2-3 cm diámetro y en cosecha.

Resultados Principales

En cuanto a los contenidos de nutrientes en hoja, podemos definir para los dos sitios que desde la primavera (brotación) de 2008 al otoño de 2009 (caída de hoja) descendieron las concentraciones de Cu, K, Mn, N y P foliar, y ascendieron los contenidos de Ca, Fe y Mg (Figuras 1 y 2). La fertilización con N disminuyó el descenso en las concentraciones de N foliar durante este período. El riego favoreció el aumento en los contenidos de Ca, Fe, y Mg y disminuyó también el descenso del N foliar (Figura 2). En los dos sitios se observa un aumento gradual de los contenidos de N, correlativo al aumento de las dosis de N aplicado en cada fecha de evaluación (Figura 2).

Las concentraciones foliares medidas en pre-cosecha (05/01/2009) se compararon con estándares internacionales. Los resultados indican que las plantas regadas presentaron valores altos de N, en el rango de 2,83 - 3,1 %, según los estándares internacionales. Las plantas sin riego presentaron menores valores, en el rango de 2,51-2,66%, ubicándose en rangos de valores normales a altos (Bright, 2005) y dentro de los niveles críticos según Sánchez (1999). En los dos sitios los rangos de contenidos de potasio fueron de 1,41 a 1,92% ubicándose dentro de los niveles normales a altos (Bright, 2005). Solo el tratamiento sin riego en el S1 presentó contenidos de K (1,25 %) cercanos a el valor crítico mínimo de 1,2% (Sánchez, 1999). El P presentó niveles altos en las plantas de todos los tratamientos en ambos sitios, sin observarse excesos en este elemento. Los contenidos de N son normales a alto para todos los tratamientos comparados con los estándares nutricionales

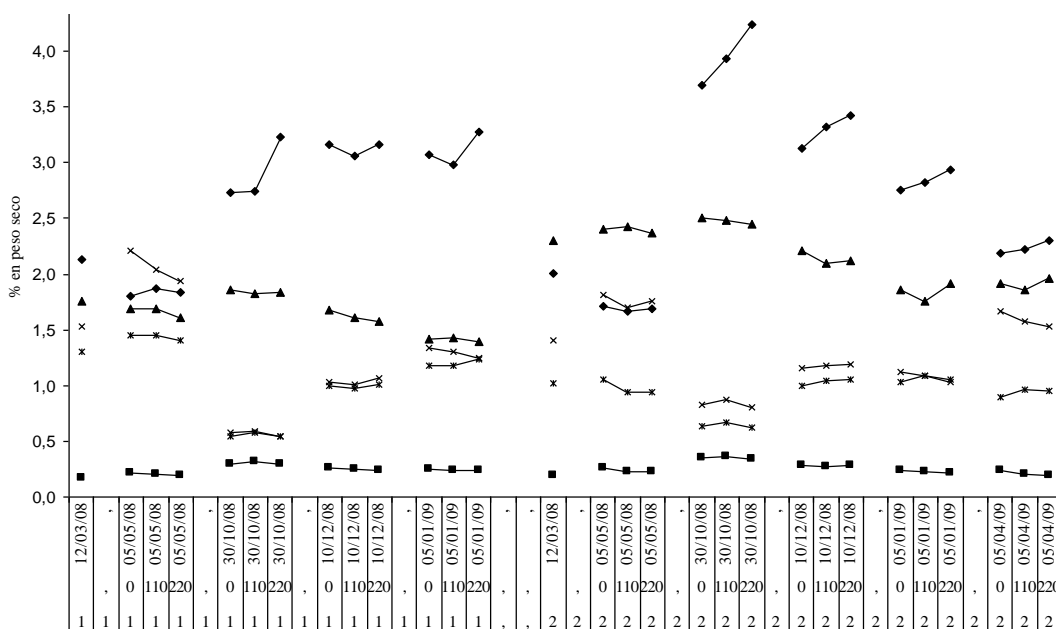


Figura 1. Evolución en el tiempo de los contenidos foliares de los macro-nutrientes según dosis de N aplicado en el sitio 1 y sitio 2. Fechas: dd/mm/aa. 0, 110, 220 dosis de N kg há⁻¹. 1 y 2: Sitios 1 y Sitio 2. Referencia: Líneas con rombos negros: contenidos de N. Líneas con cuadrados negros: contenidos de P. Líneas con triángulos negros: contenidos de K. Líneas con letra X simple: contenidos de Ca. Líneas con letra X doble: contenidos de Mg.

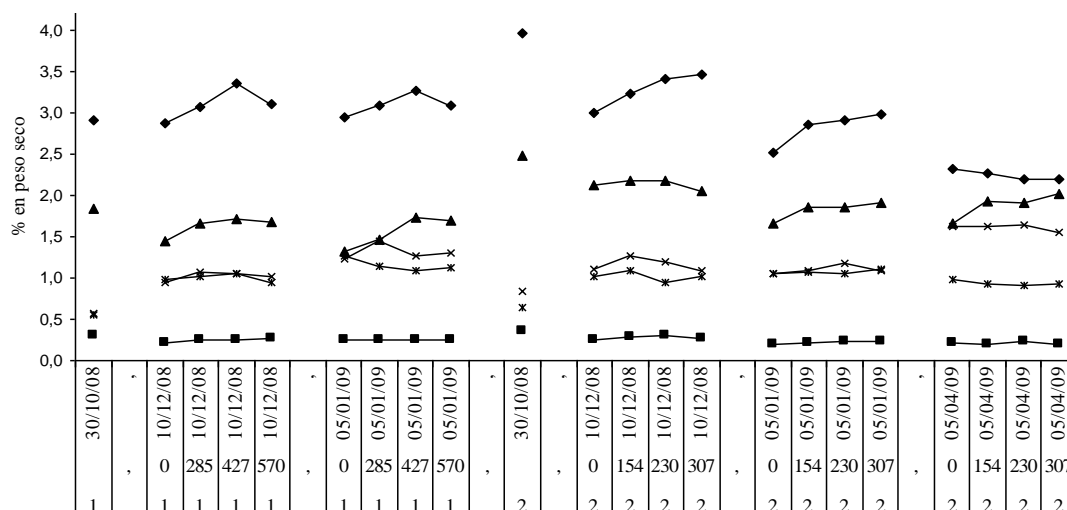


Figura 2. Evolución en el tiempo de los contenidos foliares de los macro-nutrientes en el tiempo según láminas de agua aplicada en el sitio 1 y el sitio 2. Fechas: dd/mm/aa. 0, 154, 230, 285, 427, 570 agua aplicada mm. 1 y 2: Sitios 1 y 2. Referencia: Líneas con rombos negros: contenidos de N. Líneas con cuadrados negros: contenidos de P. Líneas con triángulos negros: contenidos de K. Líneas con letra X simple: contenidos de Ca. Líneas con letra X doble: contenidos de Mg.

Por otro lado, los contenidos de nutrientes en frutos fueron afectados de similar forma que los contenidos foliares por el sitio de evaluación, el riego, el N fertilizado y las fechas de muestreo. En los dos sitios de evaluación las diferencias de los contenidos de nutrientes en fruto en el momento postcuajado (2-3 cm de diámetro de fruto) y en cosecha (tamaño de fruto final) radican en la disminuciones del N en un 53 %, del Mg en un 36%, y disminuciones menores 29% del P, 24% del K, y 13% del Ca. En el S1 se correlaciona positivamente el riego aplicado con el aumento de N, P, K y Ca en frutos de 2-3cm de diámetro, vale aclarar que este sitio no tuvo limitante de riego como el S2. Luego este efecto disminuye y en la cosecha las correlaciones positivas se mantienen en los contenidos únicamente del N y K. Los incrementos de N aplicado correlacionaron positivamente con las concentraciones foliares de N y K en el S1. En el S2 la correlación fue positiva con las concentraciones de N. Asimismo, estudiando la relación N/Ca, ésta no superó el valor 10 en la totalidad de frutos cosechados de los diferentes tratamientos, y se encuentra dentro de los límites aceptables mencionados por Shear (1975), quien reporta que con una relación N/Ca de 10 en base a peso seco en la pulpa de la manzana, ésta no sufre ‘bitter pit’ en pos-cosecha. Por otro se considera que altos niveles de N ó K en el árbol predisponen a los frutos a este desorden, pero en este trabajo los niveles de estos nutrientes no alcanzaron umbrales que puedan asociarse al daño en fruta, si bien se aplicaron dosis de 220 kg de N há⁻¹, que resultaron con los mayores contenidos de N foliar y en fruto.

Conclusiones principales

Según los estándares nutricionales internacionales, en todos los tratamientos de riego y fertilización nitrogenada las concentraciones de N foliar presentaron valores altos en todos los tratamientos y en exceso > a 3%. El K presentó valores normales a altos de 1,41 a 1,92% y deficiencias en el tratamiento seco. El P presentó valores a normales a altos de 0,2 a 0,25%.

Los contenidos de todos los macronutrientes en frutos (excepto el Ca) disminuyen desde el momento pos-cuajado (2-3 cm de diámetro de fruto) hasta cosecha (tamaño de fruto final) y

este descenso se disminuye por el efecto del riego. Los contenidos de nutrientes cuantificados en pulpa de frutos de 2-3 cm de diámetro demostraron ser un indicador sensible para detectar los cambios generados por los factores riego y N aplicados.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó bajo el convenio INIA-UDELAR en el marco de becas de estudios priorizadas por INIA (2009), fue el trabajo final de Tesis de Maestría para el otorgamiento del título de Magister en Ciencias Agrarias Opción Ciencias del Suelo y Fisiología Vegetal. Aprovecho la oportunidad de agradecer especialmente a los Sres. Ismael Solari y Luis Solari por otorgar los sitios de evaluación de los ensayos de este trabajo, a mis tutores Claudio García y Mario García por sus aportes. A todo el personal que trabajaron en los laboratorios de análisis de Suelo, de análisis de nutrientes en hoja y Pos-cosecha en la Estación Experimental del INIA Las Brujas.

Bibliografía

- Assaf R; Levin I; Bravdo BA.** 1975. Effect of irrigation regimes on trunk and fruit growth rates, quality and yield of apple trees. *Journal of Horticultural Science*, 50: 481-493.
- Bright J.** 2005. Apple and pear nutrition. District Horticulturist Intensive Industries Development, Orange Agricultural Institute. Primefact 85. 12 p. Disponible en: <http://ucanr.org/sites/nm/files/76700.pdf>.
- Carballo S.** 1995. Fertirrigación. In: Curso Internacional de Suelo, Riego y Nutrición (1995, General Roca, Río Negro, Argentina). Trabajos presentados. General Roca, INTA. p. irr.
- Fallahi E, Conway WS, Hickey KD, Sams CE.** 1997. The role of calcium y nitrogen in post harvest quality and disease resistance of apple. *Hortscience*, 32(5): 831-835.
- Fernández R.** 1999. Estrategias para un abonado racional de los árboles frutales. *Fruticultura Profesional*, 107: 8-16.
- Hipps NA** 1997. Effects of nitrogen, phosphorus, water and pre-planting soils sterilisation on growth and yield of Queen Cox/M9 apple trees *Acta Horticulturae*, 448: 125-131.
- Malaguti D; Rombolá AD; Quartieri M; Lucchi A; Inderst B; Marangoni B, Tagliavini M.** 2006. Effects of the Rate of Nutrients by Fertigation and Broadcast. Application in 'Gala' and 'Fuji' Apple. *Acta Horticulturae*, 721 : 447-454.
- Sánchez E.E.** 1999. Nutrición mineral de frutales de pepita y carozo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Ed). Estación Experimental Alto Valle de Rio negro. Macrorregion Patagonia.
- Shear C B.** 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortScience*, 10(4): 361-365.

MEDIDAS DE MANEJO PARA AUMENTAR EL SOBRECOLOR DE MANZANAS EN MONTES INSTALADOS.

Severino, V.¹, Ferenczi, A.¹, Galiger, S.¹, González, J., Mara, V.¹, Urraburu, M.², Arias, M.¹

¹Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal. vseverin@fagro.edu.uy

²INIA, Las Brujas.

Cerca de la mitad de la producción mundial de manzanas corresponde a cultivares coloreados ('Red Delicious') o semicoloreados ('Gala'/'Royal Gala', 'Fuji', 'Cripps Pink'). En ellos el color rojo de la piel influye directamente en la aceptación del consumidor y en su valor comercial (Carew, 2000; Carew *et al.*, 2012; Carew and Smith, 2004; Iglesias *et al.*, 2012; Iglesias *et al.*, 2008) y su falta, es uno de los problemas originados en las condiciones climáticas marginales para el cultivo (Shahak *et al.* 2004). La síntesis de antocianinas (pigmentos que causan la coloración roja) se encuentra controlada por una familia de genes estructurales (Ju *et al.* 1999b) y puede ser influenciada por varios factores (Saure, 1990) entre los cuales se encuentran los factores ambientales luz y temperatura (Awad *et al.* 2001). A su vez, las antocianinas, han mostrado poseer fuerte capacidad antioxidante y se han vinculado a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer, asma y diabetes (Boyer and Liu, 2004; Knekt *et al.*, 2002; Lapidot *et al.*, 2002)

En la manzana existen dos momentos de máxima acumulación de antocianinas. El primero ocurre pocas semanas luego de la floración, durante la fase de intensa multiplicación celular, el cual presenta poca importancia económica. El segundo coincide con la madurez en los cultivares de piel roja. Éste comportamiento se repite en variadas condiciones medioambientales, lo que sugiere un fuerte control endógeno (Saure, 1990). No existe relación entre la formación de antocianinas en los frutos jóvenes y la que ocurre hacia el fin de la temporada. Aun cultivares poco propensos a formar éstos pigmentos a la madurez, como 'Golden Delicious', son capaces de manifestar intenso color rojo en la primera etapa (Ju *et al.*, 1995b; Saure, 1990). Anatómicamente, las antocianinas se acumulan en la epidermis e hipodermis de la piel del fruto. Cuanto más desarrollado se encuentre el color, mayor cantidad de capas celulares se encuentran con estos pigmentos, decreciendo su concentración desde las más superficiales a las más profundas (Bae *et al.*, 2006).

Existen diferencias en los patrones de acumulación de antocianinas entre los clones de un mismo cultivar. Iglesias *et al.* (2008) encontraron en diferentes clones de 'Gala' que la coloración y la concentración de antocianinas aumentaban principalmente durante las dos semanas previas a cosecha y hasta una semana después. A su vez, los clones que fueron más coloreados a cosecha también lo eran en estados más tempranos. Sin embargo, Iglesias *et al.* (2012) trabajando con siete clones de 'Fuji' reportaron que si bien la mayor acumulación de antocianinas e incremento del color ocurrió durante la última semana antes de cosecha en la mayoría de los clones, 'Fuji Suprema' presentó la coloración más roja 33 días previo a la cosecha.

La manifestación del color y la concentración de antocianinas se ajustan a una relación exponencial decreciente la cual parecería independiente del cultivar y presenta muy poca variación a partir de los 80 $\mu\text{g cm}^{-2}$ (Fig.1).

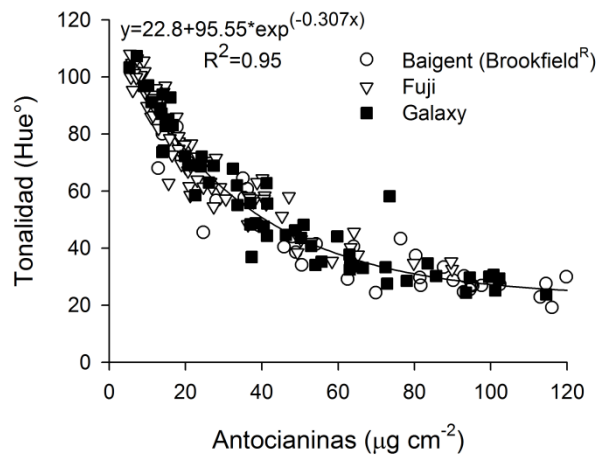


Figura 1. Relación entre la tonalidad de la piel (menor Hue° más rojo) y la concentración de antocianinas en dos clones de Gala (Galaxy y Baigent) y uno de Fuji (Raku Raku) en dos temporadas (Gonzalez-Talice J. y Yuri JA., datos no publicados).

Dependiendo de la variedad de que se trate, y fundamentalmente de su época de cosecha, las condiciones climáticas de Uruguay presentan distintas limitantes principales para la toma de sobrecolor debido a que existe una importante variación de los factores de clima involucrados, temperatura máxima, amplitud térmica y heliofanía.

La relación entre temperatura e iluminación ha sido investigada desde hace muchos años, en este sentido, Saure (1990) cita a Uota (1952) quien concluyó que a mayor temperatura es necesaria una mayor cantidad de energía para sintetizar el pigmento, es decir, que la menor eficiencia de la luz a mayor temperatura debe ser sustituido por más iluminación para tener resultados comparables; y a Creasy (1968) quien sugirió que la baja temperatura incrementa la eficiencia de la síntesis de antocianinas en la piel expuesta a un nivel bajo de luz, aunque no elimina la necesidad de luz.

Si bien los óptimos de temperatura son variables en función de la variedad, podría decirse que la síntesis de antocianinas tiene su condición más favorable en temperaturas diurnas cercanas a los 25°C y nocturnas menores de 10°C.

En las siguientes figuras se presentan las medias de temperatura máxima y mínima, de amplitud térmica y de heliofanía correspondientes al período de cosecha del total de las variedades mencionadas.

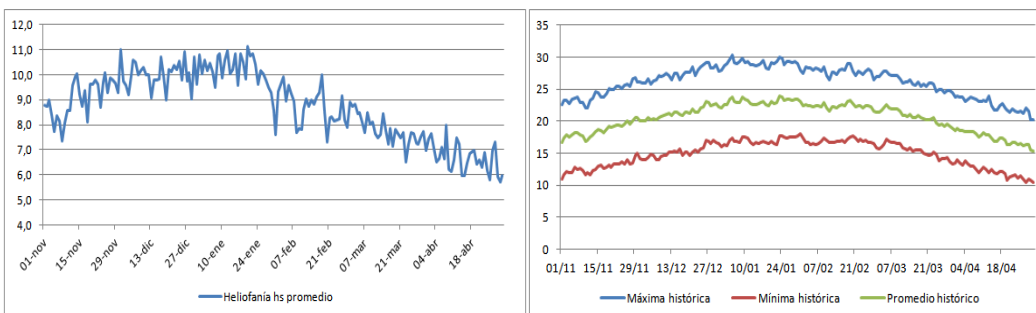


Figura 2. Heliofanía, temperaturas máximas, mínimas y promedio históricas (1973-2014) en “Las Brujas”, Canelones, Uruguay. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

En función de los datos presentados podemos inferir que: en variedades de cosecha temprana, donde la heliofanía es alta, el factor principal en la limitación de la toma de sobrecolor es la temperatura, amplitud térmica y fundamentalmente temperatura nocturna. Por otra parte en variedades tardías el factor que pasa a ser limitante es la luz, ya que la temperatura y su amplitud son favorables para la toma de sobre color.

Las decisiones que determinan el comportamiento de nuestros montes con respecto a este factor se ubican desde la planificación de plantación del mismo.

En cuadros a implantar, la combinación porta injerto-variedad, la densidad de plantación y el sistema de conducción, son determinantes. En el momento de elegir la combinación porta injerto variedad se debe tener presente el vigor de cada uno de los componentes, de modo de controlar los excesos de vigor. Junto a la definición de variedad y portainjerto se determina la densidad de plantación y el sistema de conducción, componentes que se encuentran en mayor o menor medida interrelacionados.

Una vez implantados los montes, pueden tomarse medidas para mejorar las condiciones de toma de sobrecolor, y estas dependerán de la definición de los problemas principales.

Entre las medidas que se han estudiado en diferentes países productivos se encuentran: podas y deshojes, riegos por aspersión, mallas reflectantes, mallas de cobertura, embolsado individual de frutos, aplicación de reguladores de crecimiento.

Resultados de ensayos nacionales.

A partir del año 2006, el Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía ha estado desarrollando diferentes ensayos para incrementar el desarrollo de sobrecolor en manzanas del grupo ‘Gala’ y ‘Cripps Pink’. Desde el 2013 estos trabajos se han retomado conjunto con INIA Las Brujas, en el marco de un proyecto Redes cofinanciado entre el sector productivo y ANII.

En ellos se han instalado tratamientos que modifican tanto la temperatura como la iluminación. Presentaremos a continuación, resultados de 3 años de ensayos sobre la variedad ‘Cripps Pink’ (2005-2006-2007) y resultados en cv. ‘Galaxy’ (tipo ‘Gala’) en los años 2013 y 2014, que han sido notoriamente diferentes desde el punto de vista de las condiciones de clima para el desarrollo del sobrecolor.

Cripps Pink

En la variedad ‘Cripps Pink’, se realizaron tratamientos que modifican la luz como podas, deshoje químico, mallas reflectantes, mallas colocadas como cobertura (rojas y grises), agua por aspersión y aplicaciones de fertilizantes.

Los tratamientos que han mostrado resultados consistentes y positivos durante los tres años de ensayo se presentan en la figura 3.

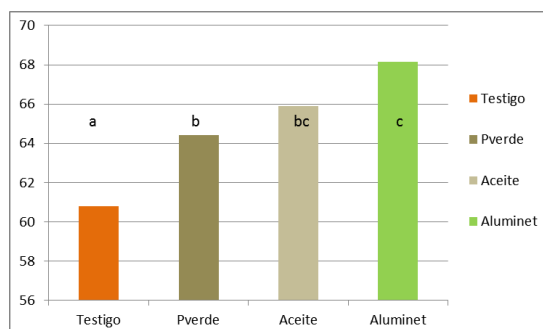


Figura 3. Porcentaje de fruta con sobrecolor superior al 50% de la superficie del fruto, temporadas 2006-2007-2008. Variedad Cripps Pink.

Los tratamientos ensayados fueron instalados un mes antes de la fecha probable de cosecha, en ensayos posteriores se realizaron combinaciones de poda en verde o deshojes con mallas reflectantes teniendo resultados muy promisorios.

Gala 2012-2013

Los ensayos realizados en el cv. Galaxy fueron conducidos en montes adultos. Los tratamientos incluyeron: riego por aspersión en el amanecer, riego por aspersión al mediodía, riego en los dos momentos, malla de cobertura rojas (30% de sombreamiento) y mallas reflectantes bajo las copas.

Las condiciones climáticas de los dos años en los cuales han sido desarrollados los ensayos han sido muy variables tanto en lo referente a temperatura como heliofanía.

El período de toma de sobrecolor de esta variedad durante la temporada 2012-2013 se caracterizó por un alto porcentaje de días con heliofanía mayor al promedio histórico (figura 4).

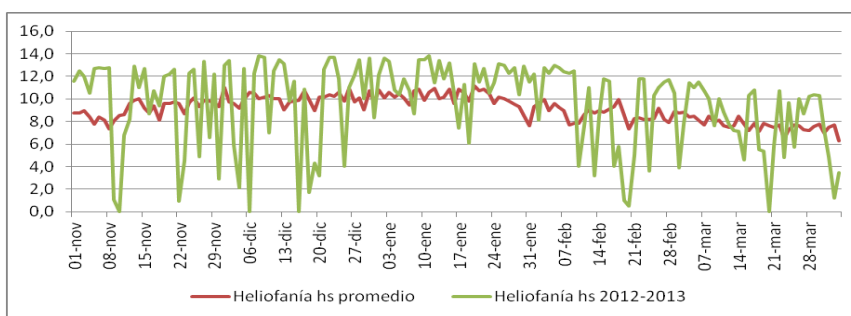


Figura 4. Heliofanía correspondiente al ciclo de crecimiento 2012-2013 y promedio histórico. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

En dicho año, los tratamientos ensayados mostraron altos porcentajes de sobrecolor promedio de los frutos para todos los tratamientos y las diferencias entre tratamientos no superan el 6% de la superficie del fruto (Figura 5.a). Sin embargo, cuando se analiza el momento en el cual la fruta alcanzó el sobrecolor puede observarse que en el tratamiento testigo, únicamente un 20% pudo ser cosechado en el primer repase, mientras que los porcentajes de fruta cosechada en el primer repase para los restantes tratamientos es siempre superior al 35% (figura 5.b).

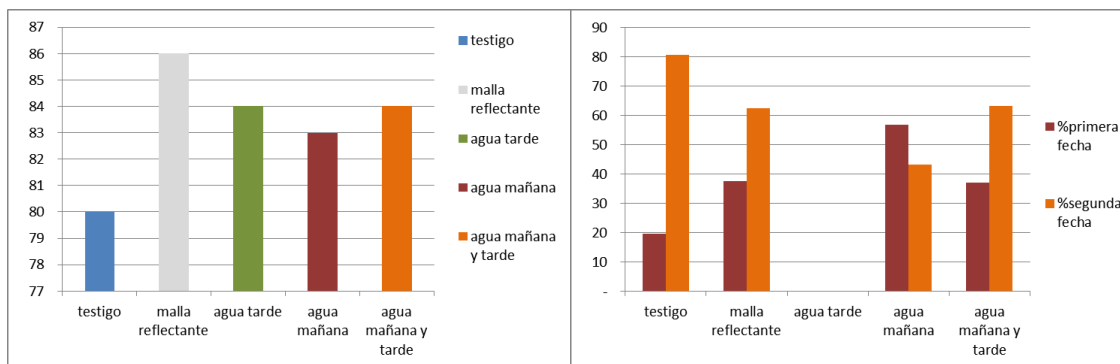


Figura 5.a. Porcentaje promedio de sobrecolor alcanzando por los frutos de manzana Gala, en la temporada 2013 según tratamiento. 5.b. Distribución de cosecha, % de fruta en cada repase según tratamiento.

Durante este ciclo productivo, fue evaluada la temperatura de pulpa y del aire en los tratamientos de riego por aspersión (Figura 6) observándose una reducción de la temperatura fundamentalmente en la temperatura de fruto y en los riegos realizados al mediodía, especialmente en los momentos en que se realiza la aspersión (Figura 7).

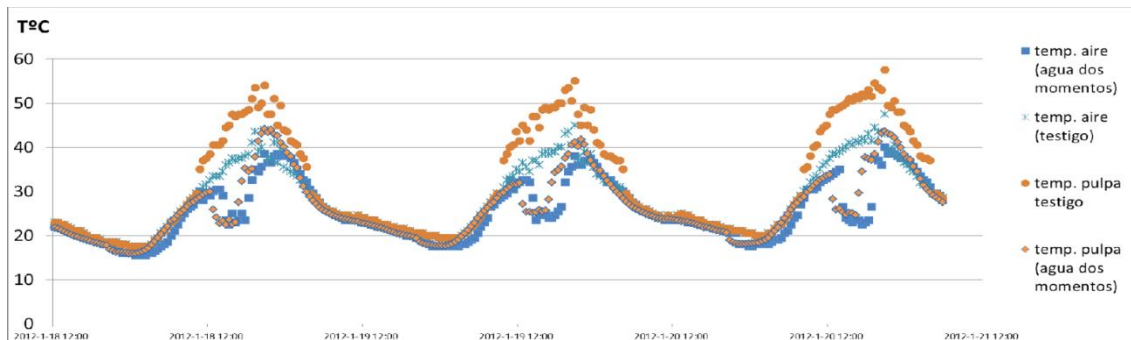


Figura 6. Evolución de la temperatura de aire y fruto según tratamiento.

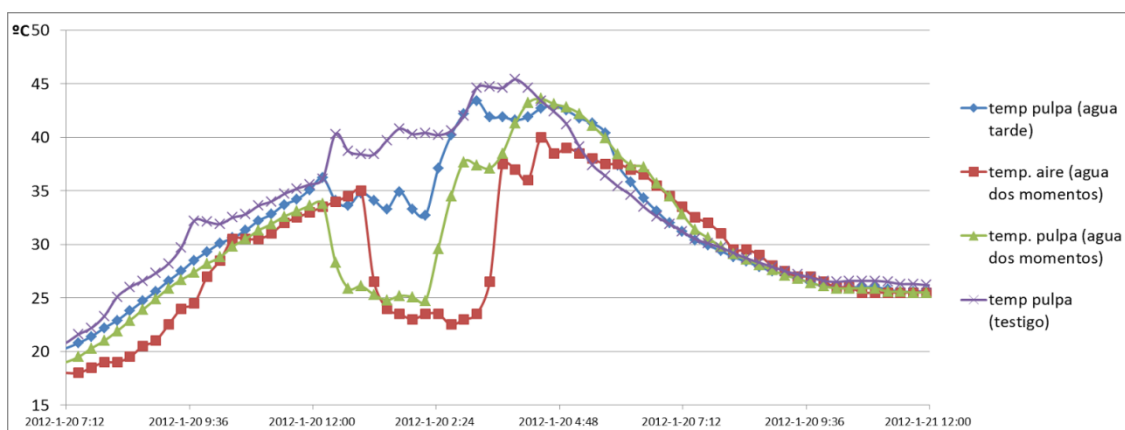


Figura 7. Evolución diaria de la temperatura de aire y pulpa según tratamiento.

Gala 2013-2014

El ensayo conducido en el cv. Galaxy durante el verano del año 2014, a diferencia de lo ocurrido en el verano del año 2013, presentó durante el período de incremento del color rojo en frutos un total de precipitaciones mucho mayor al promedio histórico y con muy baja heliofanía (figura 8).

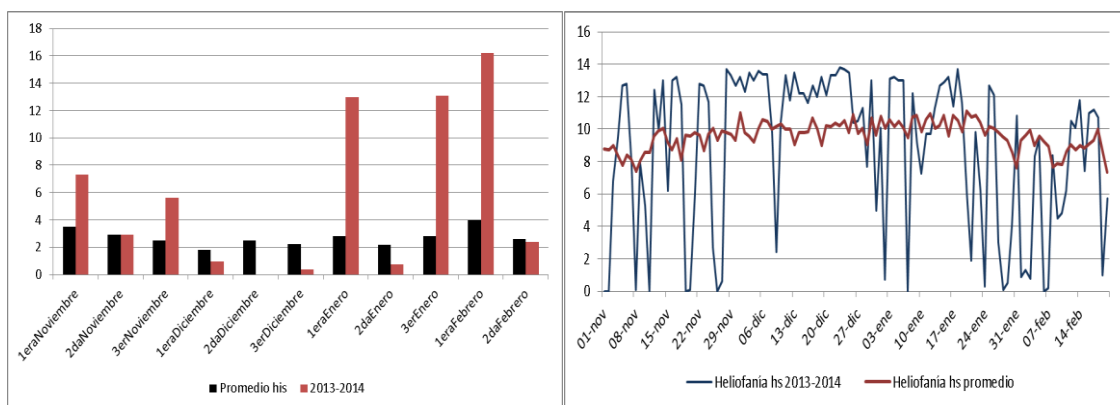


Figura 8 heliofanía (b) y precipitaciones (a) ocurridas durante el ciclo 2013-2014 y promedios históricos. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

Durante este ciclo, se instalaron los mismos ensayos que en el anterior adicionando los tratamientos de malla de cobertura roja y mulch nylon blanco-negro con resultados disímiles. Como puede observarse en la Figura 9, el porcentaje de frutos con sobrecolor superior al 50% fue muy bajo para todos los tratamientos, y los tratamientos de riego no mejoraron este valor. Este comportamiento está claramente relacionado a las condiciones climáticas ocurridas durante el ciclo.

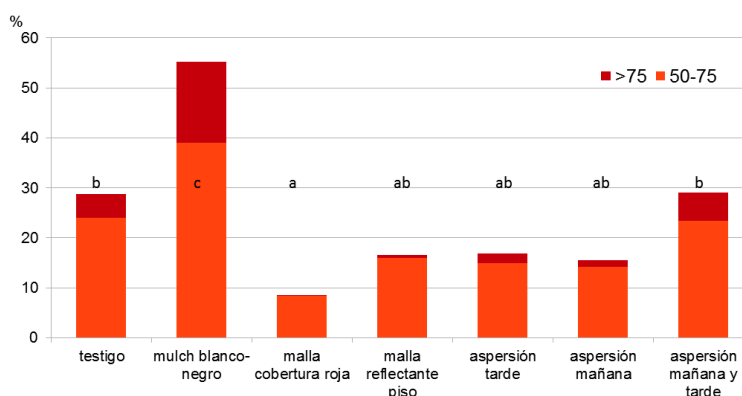


Figura 9. Porcentaje de fruta en las categorías 50 a 75 y 75 a 100% de sobrecolor rojo de acuerdo a tratamientos de campo, temporada 2014

Bibliografía.

Awad, M.A., Wagenmakers, P.S., Jager, A.d. 2001. Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. *Scientia Horticulturae*, 88(4), 289-298.

Bae, R.N., Kim, K.W., Kim, T.C., Lee, S.K., 2006. Anatomical observations of anthocyanin rich cells in apple skins. *HortScience* 41, 733-736.

Boyer, J., Liu, R., 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr. J.* 3, 1-45.

Carew, R., 2000. A hedonic analysis of apple prices and product quality characteristics in British Columbia. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 48, 241-257.

Carew, R., Florkowski, W.J., Smith, E.G., 2012. Hedonic Analysis of Apple Attributes in Metropolitan Markets of Western Canada. *Agribusiness* 28, 293-309.

Carew, R., Smith, E.G., 2004. The value of apple characteristics to wholesalers in western Canada: a hedonic approach. *Canadian Journal of Plant Science* 84, 829-835.

Iglesias, I., Echeverría, G., Lopez, M.L., 2012. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several 'Fuji' apple strains. *Scientia Horticulturae* 137, 138-147.

Iglesias, I., Echeverría, G., Soria, Y., 2008. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. *Scientia Horticulturae* 119, 32-40.

Ju, Z.G., Yuan, Y.B., Liou, C.L., Xin, S.H., 1995b. RELATIONSHIPS AMONG PHENYLALANINE AMMONIOLYASE ACTIVITY, SIMPLE PHENOL CONCENTRATIONS AND ANTHOCYANIN ACCUMULATION IN APPLE. *Scientia Horticulturae* 61, 215-226.

Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliovaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A., 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 76, 560-568.

Lapidot, T., Walker, M.D., Kanner, J., 2002. Can apple antioxidants inhibit tumor cell proliferation? Generation of H₂O₂ during interaction of phenolic compounds with cell culture media. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 3156-3160.

Saure, M.C., 1990. External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Horticulturae* 42, 181-218.

Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Cohen, Y., Lurie, S., Stern, R., Kfir, S., Naor, A., Atzmon, I., Doron, I., Greenblat-Avron, Y. 2004. ColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Horticulturae*, 636, 609-616.

TENDENCIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS DE PEPITA EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO, ARGENTINA

Calvo, Gabriela

Área poscosecha, Estación Experimental INTA ALTO VALLE. CP8332, General Roca, Río Negro, Argentina.

E-mail: calvo.gabriela@inta.gob.ar

Palabras claves: frutas de pepita, calidad, etileno, atmósfera controlada dinámica, 1-metilciclopropeno

Tecnologías de almacenamiento: atmosferas con bajos oxígeno, 1-metilciclopropeno

La región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, situada en la Patagonia Norte, representa una de las economías regionales más dinámicas del país, ya que participa con más del 80% de la producción de frutos de pepita. La superficie total plantada de pepita es de 43.336 ha (De Simone, 2004). Los frutos de pepita son climatéricos (Kader, 1999), por lo tanto el etileno inicia y coordina los principales cambios que se producen durante la maduración (Abeles *et al.*, 1992). Al ser productos perecederos, el manejo de la cosecha y la poscosecha determina que el producto satisfaga las exigencias del consumidor. Considerando el fuerte perfil exportador de la actividad frutícola de Argentina, es necesario poner énfasis en preservar los frutos mediante el uso de tecnologías no agresivas para la salud humana y respetuosas del medio ambiente (Calvo y Kupferman, 2011).

La combinación de una cosecha oportuna, refrigeración, atmósfera controlada o modificada, así como el uso de productos no cuestionados, son algunas de las herramientas que se utilizan para lograr dicho objetivo. Estas prácticas reducen la tasa de respiración y la pérdida de calidad de los frutos en forma directa, y afectan la producción y la acción del etileno, procesos que son necesarios para la maduración de la fruta (Mattheis *et al.*, 2000).

Entre las últimas herramientas tecnológicas de poscosecha, se pueden mencionar el uso de atmósferas controladas dinámicas (ACD) y la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP). La Atmósfera controlada dinámica (ACD) consiste en mantener los niveles de oxígeno (O₂) en los límites mínimos tolerados por la fruta, para lo cual se monitorea mediante sensores y se ajustan periódicamente sus niveles. Los sensores de fluorescencia de la clorofila han demostrado ser efectivos en detectar el estrés debido a bajos valores de O₂ en manzanas, peras, bananas, mango, palta y diversos vegetales (Prange *et al.*, 2003). Hasta el momento, el uso comercial de la ACD solo ha sido evaluado en manzanas, especie en la cual favorece el mantenimiento de la firmeza, la acidez y reduce el desarrollo de algunos fisiopatías sin afectar la calidad sensorial de los frutos (Prange *et al.*, 2003; Zanella *et al.*, 2005; Candan y Calvo, 2011) y no se dispone de información publicada de su efecto en el almacenamiento de peras.

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor de la acción del etileno, que al ser un análogo estructural, tiene la propiedad de fijarse sobre el receptor e impedir así el acoplamiento del etileno al mismo. De esta forma, el 1-MCP inhibe la maduración del fruto. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) (SmartFresh®) ha demostrado una gran efectividad en inhibir el etileno, y retardar el proceso de maduración de frutos climatéricos (Sisler y Serek, 1997; Golding *et al.*, 1998; Fan *et al.*, 1999; Abdi *et al.*, 1998; Fan *et al.*, 2000). Su aplicación

inmediatamente después de la cosecha reduce la producción de etileno y la respiración, disminuye la pérdida de firmeza y de acidez titulable y reduce la incidencia de escaldadura superficial (Mattheis *et al.*, 2001). Su modo de acción es a través de la unión a los receptores, impidiendo la transmisión de la señal que sensibiliza los tejidos al etileno (Sisler y Serek, 1997).

El Area Postcosecha de la Estación Experimental Alto Valle del INTA evaluó el efecto de la conservación en ACD y la aplicación de SmartFresh® sobre la madurez, la calidad y el potencial de conservación en frutos de manzanas y peras. En este trabajo se resumen los resultados obtenidos y se discuten los beneficios del uso de estas tecnologías, como así también los desafíos pendientes de resolver.

En manzanas, la producción de etileno de la fruta conservada en FC fue mayor y se incrementó más rápidamente que en los frutos conservados en AC y ACD. No se observaron diferencias entre la producción de etileno de la fruta conservada en AC y en ACD. El 1-MCP inhibió la producción de etileno, luego de 3 (Figura 1) y 5 meses de conservación y comenzó a incrementarse luego de 7 meses y 14 días a 20°C (datos no presentados). En peras, los frutos almacenados en AC y ACD presentaron mayores valores de producción de etileno a salida de cámara y durante el posterior periodo de vida en estante que los frutos almacenados en FC, mientras que los frutos tratados con 1-MCP mantuvieron inhibida completamente la producción de etileno (Figura 2).

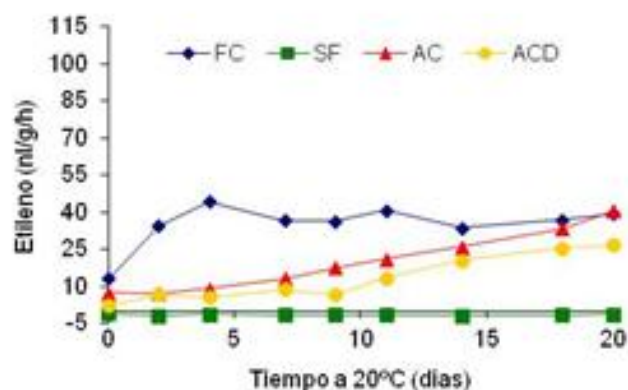


Figura 1. Producción de etileno en manzanas ‘Cripp’s Pink’ después de 3 meses de almacenamiento bajo distintos sistemas de conservación

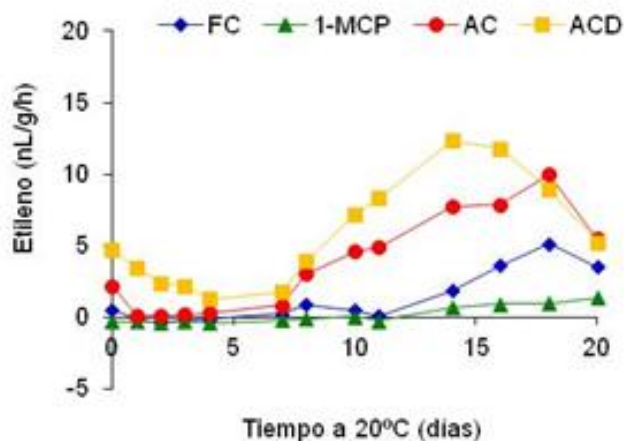


Figura 2. Producción de etileno en peras ‘Beurre D’Anjou’ después de 6 meses de almacenamiento bajo distintos sistemas de conservación

Los parámetros de madurez más afectados por los tratamientos en manzanas y peras fueron la firmeza, el color de la piel y en menor medida, la acidez titulable (AT). En todas las evaluaciones realizadas en manzanas, la fruta almacenada en FC presentó menores valores de firmeza que la fruta almacenada en AC, ACD o tratada con 1-MCP. En la última evaluación, la ACD y 1-MCP fueron más efectivos que la AC en mantener la firmeza durante la vida en estante (Figura 3).

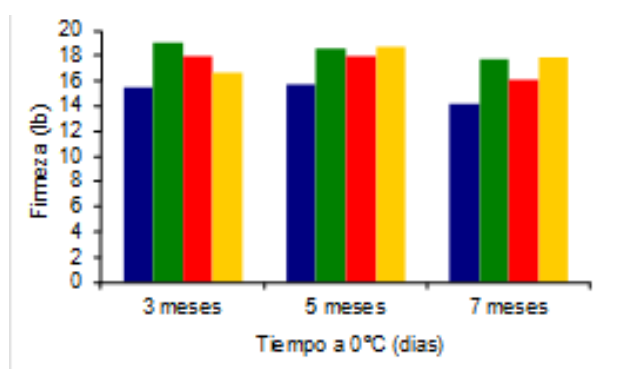


Figura 3. Efecto del sistema de conservación sobre la firmeza de manzanas ‘Cripp’s Pink’ después de 3, 5 y 7 meses de almacenamiento seguidos de 14 días de vida en estante a 20°C.

Se considera que las peras están aptas para consumo cuando alcanzan valores de firmeza de 4 libras (Ekman *et al.*, 2004). Los frutos almacenados en FC, AC y ACD se ablandaron normalmente y alcanzaron la firmeza de consumo después de 7 días de vida en estante, mientras que los frutos tratados con 1-MCP no llegaron a alcanzar la firmeza de consumo (Figura 4), motivo por el cual se requiere estudiar alguna estrategia de reversión.

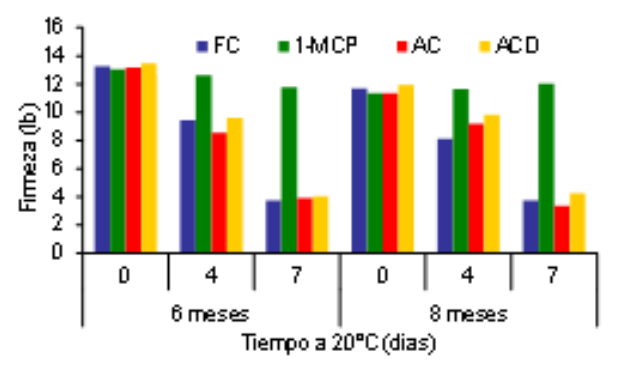


Figura 4. Efecto del sistema de conservación sobre la firmeza de peras ‘Beurre D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 0, 4 y 7 días de vida en estante a 20°C.

Tanto en manzanas como en peras, se comprobó que el almacenamiento en ACD es, generalmente, más efectivo que el tratamiento con 1-MCP para mantener el color verde durante el almacenamiento, mientras que este último mantiene el color durante la vida en estante de los frutos (datos no presentados). Estos resultados coinciden con lo observado en peras Williams (Candan y Calvo, 2011) y es particularmente importante a nivel comercial ya que el color verde de los frutos es un factor decisivo para que los compradores acepten el

producto. Las diferencias en AT se incrementaron a medida que se prolongó la conservación y la vida en estante, presentando los frutos de FC menores valores que los frutos del resto de los tratamientos (datos no presentados).

Principales limitantes para el almacenamiento: escaldado superficial

El escaldado superficial es la fisiopatía de poscosecha más importante de las principales variedades de peras y manzanas cultivadas en nuestro país y en todas las zonas productoras del mundo. Es un daño por frío que se desarrolla en los frutos luego de un período prolongado de almacenamiento a bajas temperaturas, por lo que resulta un factor limitante para la larga conservación. Los síntomas característicos son manchas marrones en la piel del fruto (Figura 5). A medida que avanza el daño, se observa el oscurecimiento del color y el incremento de la superficie afectada. Su desarrollo es causado por la oxidación del compuesto α -farnaseno, un compuesto natural presente en la cera de la superficie de las manzanas y peras.

A pesar de no afectar la pulpa, el sabor, ni la textura del fruto, el escaldado superficial es una alteración que reduce su valor comercial. Los frutos afectados no se destinan al consumo en fresco, sino al proceso en la industria. Esta fisiopatía ha llegado a provocar pérdidas de hasta el 50 % de la fruta almacenada en cámaras frigoríficas.



Figura 5. Síntomas característicos de escaldadura superficial en peras y manzanas

Alternativas de Control de escaldadura superficial

Históricamente, este desorden se controló eficazmente mediante la aplicación de productos antioxidantes que evitan la formación de trienos conjugados, tales como la difenilamina (DPA) y la etoxiquina. Sin embargo, algunos mercados han limitado el uso de estos productos, lo que resulta una situación crítica y plantea la necesidad de nuevas estrategias para controlar esta fisiopatía en el futuro. Anticipándose a esta tendencia, hace varios años que los investigadores del INTA Alto Valle, trabajan en la búsqueda de métodos alternativos de control del escaldado superficial. Entre estos métodos se destacan por su efectividad y por la factibilidad de uso a escala comercial la aplicación del 1-Metilciclopropeno, el almacenamiento en bajos niveles de oxígeno (ej. ultra bajo oxígeno (ULO); atmósfera controlada dinámica (ACD), o la combinación de ambas tecnologías.

De los resultados obtenidos en los últimos años en manzanas, se puede resumir que la fruta almacenada en FC manifestó una incidencia de escaldadura superficial de entre 90-100%

desde los 5 meses de almacenamiento; mientras que la conservada en AC, ACD o tratada con 1-MCP no presentó escaldadura durante el periodo de evaluación de este ensayo (7 meses + 14 días) (datos no presentados). En peras, el porcentaje de frutos afectados con escaldadura fue alto en frutos de FC y AC, afectando más del 80% después de 7 días de vida en estante. El almacenamiento en ACD redujo significativamente este desorden y el tratamiento con 1-MCP logró un control absoluto (Figura 6).

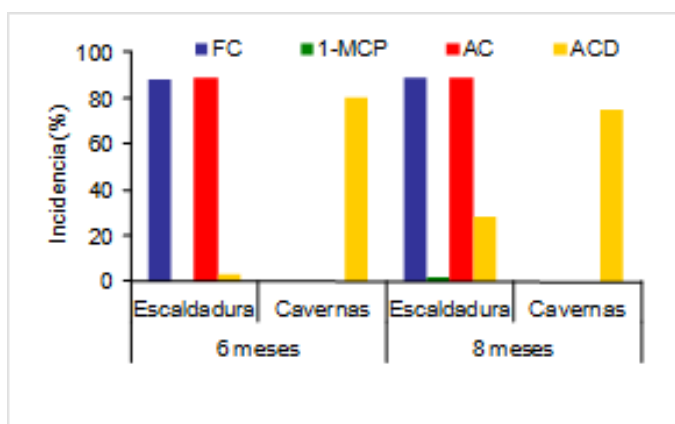


Figura 6. Efecto del sistema de conservación sobre la incidencia de escaldadura superficial y cavernas en peras ‘Beurré D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 7 días de vida en estante a 20°C

El desarrollo de cavernas fue un factor limitante del almacenamiento de las peras ‘Beurré D’Anjou’ en ACD y afectó a más del 70% de los frutos de este tratamiento en todas las evaluaciones realizadas (Figura 6). El desarrollo de cavernas es uno de los síntomas asociados a concentraciones inapropiadas de atmósfera y se atribuye principalmente a niveles elevados de CO₂ (Benítez, 2002). Esta fisiopatía también fue observada en frutos de Beurré D’Anjou almacenados en ACD la temporada pasada (Candan y Calvo, 2009), lo cual sugiere que esta variedad es altamente sensible a la toxicidad por CO₂ tal como fue observado en algunas variedades de manzana.

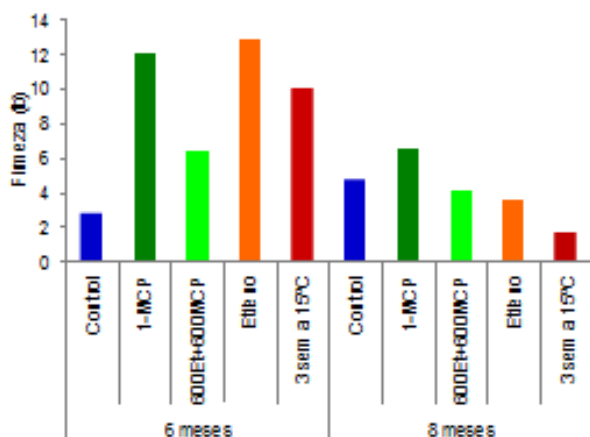


Figura 7. Efecto del tratamiento de reversión sobre la firmeza de peras ‘Beurré D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 7 días de vida en estante a 20°C.

Para optimizar el uso comercial de 1-MCP en peras se requiere la aplicación de una concentración lo suficientemente alta como para retrasar el proceso de maduración y controlar la escaldadura superficial, pero que permita una adecuada maduración de la fruta después del almacenamiento. El tratamiento de aplicación simultánea de 1-MCP y etileno, permitió la pérdida de firmeza a una menor tasa que los controles, y manteniendo una incidencia de escaldadura similar a los frutos tratados con 1-MCP sin reversión, por lo tanto, se muestra como el tratamiento más promisorio entre todas las alternativas evaluadas.

Situación de registro actual respecto de uso de productos antiescaldantes

En los últimos años, los tratamientos con sustancias químicas en general están siendo cuestionados en los mercados más exigentes a los cuales se destina nuestra producción. En tal sentido, en los años 2011 y 2012 la Comisión Europea decidió excluir del listado de productos permitidos a la etoxiquina y la difenilamina, respectivamente, por lo que en el futuro no se podrán utilizar en fruta con este destino. Luego de una serie de plazos legales, apelaciones, re-evaluaciones, pedidos de uso de emergencia y aplazamientos, esta temporada marca el límite de uso para la difenilamina y, según se espera, la próxima temporada lo será para la etoxiquina. El actual límite máximo de residuos (LMR) permitido de difenilamina de 5 mg/kg para manzanas y 10 mg/kg para peras, se reduce a partir del 2 de Febrero del 2014 a 0,1 mg/kg como tolerancia temporal por contaminación cruzada, válido hasta Julio de 2015. A partir de esa fecha, ya no habrá tolerancia permitida. Esta tolerancia temporal se debe a numerosos antecedentes de contaminación con DPA en frutos no tratados, ocasionada por la presencia del producto en las paredes de las cámaras frigoríficas, en los bins y en la línea de empaque. Las posibles fuentes de residuos incluyen: volatilización de las paredes de las cámaras, cámaras que comparten un suministro de aire común con cámaras que almacenan fruta tratada con DPA, residuos de DPA en los bins, y la línea de empaque. Hay numerosos antecedentes de varias regiones productoras como Estados Unidos, Canadá e Israel, que mencionan la contaminación de DPA en frutos no tratados. Hasta el momento, ninguno de los métodos que se han evaluado para eliminar los residuos de DPA resultó efectivo, y se observó una persistencia ambiental de este principio activo en todo tipo de superficies y suelos.

En cuanto a la etoxiquina, el actual LMR para peras de 3 mg/kg en el mercado europeo permanecerá vigente para la campaña 2014. Se espera su baja definitiva para la temporada próxima. A diferencia de la DPA, no se han informado problemas de contaminación cruzada por este producto.

Referencias bibliográficas

Abeles FB, Morgan PW, Saltveit ME. 1992. Ethylene in Plant Biology, 2 ed. Academic Press, San Diego, California, USA. 414 pp.

Benitez CE. 2001. Cosecha y Poscosecha de Peras y Manzanas en los Valles Irrigados de la Patagonia. INTA EEA Alto Valle. General Roca, Río Negro. Argentina. 126 pp.

Candan AP, Stahl E, Calvo G. 2011. Atmósferas controladas dinámicas: una herramienta efectiva para el mantenimiento de la calidad postcosecha de peras ‘Williams’. VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha. 23 al 25 de Noviembre, 2011, Mendoza, Argentina. pp20.

Calvo G; Kupferman E. 2011. Current DPA and ethoxyquin situation and alternatives to superficial scald control in apples and pears. Proc. 4th International Conference Postharvest Unlimited. Acta Horticulturae, 945: 51-54.

De Simone C. 2004. Análisis de los resultados definitivos del Censo Nacional Agropecuario 2002. Industriales y Frutales. Área de Análisis Económico de la Dirección de Economía Agropecuaria,

Subsecretaría de Economía Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. 27 pp.
<http://www.seagpya.mecon.gov.ar>. Última información accesible: mayo de 2006.

Ekman JH, Clayton M, Biasi WV, Mitcham EJ. 2004. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for ‘Bartlett’ pears. *Postharvest Biology and Technology*, 31: 127-136

Fan X, Argenta L, Mattheis JP. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 135-142.

Gac A.1982. Gestion des stocks en entreposage frigorifique. *R.G.Froid*, 82 :277-281.

Kader AA. 1999. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *HortScience*, 20: 54-57.

Mattheis JP., Fan X, Argenta L C. 2000. Manipulation of ‘Bartlett’ pear fruit ripening with 1-MCP. 8th. International Pear Symposium, pp. 263-265.

Prange RK, De Long JM, Harrison PA. 2003. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit and vegetables. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 128 (4): 603-607.

Sisler EC, Serek M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiology Plantarum*, 100: 577-582.

Zanella A, Cazzanelli A, Panarese A, Coser M, Ceccinel M, Rossi O. 2005. Fruit fluorescence response to low oxygen stress: modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. *Acta Horticulturae*, 682: 1535-1542.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL QUEMADO DE SOL EN GRANNY SMITH

Arias, M., Ferenczi, A., Galiger, S., González, J., Mara, V., Urraburu, M., Severino, V.

El quemado de sol, en sus diferentes niveles, es uno de los desórdenes fisiológicos que históricamente ha causado grandes pérdidas económicas en los cultivos de manzana. Existen referencias a este desorden en publicaciones desde 1820 (figura 1).



Figura 1. A. Gravado publicado en la revista Pomological Magazine (1828-1830). B. Imagen de diferentes variedades afectadas en diversos grados por daño de sol. Extraídos de Racsko and Schrader, 2012.

Este desorden se ve incrementado con los cambios generados en distintos aspectos como ser la utilización de portainjertos enanizantes, cambios en los sistemas de conducción en donde los frutos están cada vez más expuestos y adopción de variedades sensibles (Yuri, 2010).

La alta radiación solar y temperaturas elevadas provocan condiciones de estrés foto-oxidativo e incrementos en la temperatura del fruto, constituyendo los factores ambientales que determinan el desarrollo del síntoma de quemado de sol (Anrews et al., 1996; Wunsche et al., 2004; Scharder et al., 2003; a; Piskolczi et al., 2004; Yuri, 2010). El daño por sol puede manifestarse de dos maneras, una que produce manchas de color marrón-negro y se da como consecuencia de la muerte de las células de la epidermis y las sub epidérmicas produciéndose este daño por alcanzar la fruta temperaturas de $52\pm 1^{\circ}\text{C}$. El otro tipo de daño que se puede encontrar es que la fruta presente un color amarillo-bronceado, en este caso las células no mueren y se produce cuando la fruta alcanza una temperatura entre $46-49^{\circ}\text{C}$. La producción nacional, no es ajena a este desorden, y la variedad Granny Smith es de las variedades más sensible. El daño foto-oxidativo se da cuando frutos que crecen a la sombra son expuestos al sol (Schrader et al. 2003).

El plan estratégico de desarrollo para la fruticultura, establece la necesidad del fortalecimiento de la exportación como el camino viable para el crecimiento de nuestra producción, en este contexto se hacen más pertinentes aún los estudios sobre la evolución del quemado y las estrategias para reducir el daño.

Las condiciones climáticas, factores de la plantación y otros propios de cada variedad, determinan la sensibilidad del fruto a la expresión del daño. Esta sensibilidad y la evolución del

quemado en nuestras condiciones para la variedad Granny Smith están siendo evaluadas en los ensayos desarrollados en el marco del proyecto Redes de Frutisur-Fagro-INIA-ANII.

Las condiciones climáticas durante el período de crecimiento del fruto de manzana en Uruguay están caracterizadas por temperaturas promedio máximas históricas de hasta 30°C (figura 2), sin embargo es frecuente la ocurrencia de temperaturas mayores durante este período.

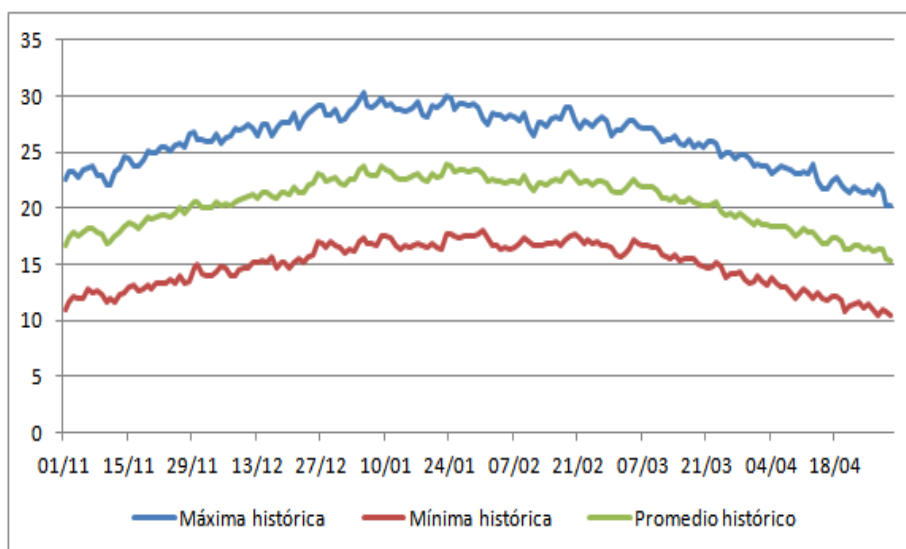


Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas y promedio históricas (1973-2014) en “Las Brujas”, Canelones, Uruguay. Elaborado a partir de datos obtenidos de Gras, INIA.

De acuerdo a Arndt (1992) el daño de sol ocurre con temperaturas superiores a 28-32°C y Schrader (2001) propone una temperatura de fruto base para el daño leve de 46 a 49°C y de 52°C para la ocurrencia de necrosis, éste último independiente de la radiación incidente. La temperatura del fruto en su cara expuesta puede llegar a ser 18°C mayor a la del aire y 9°C mayor a la zona no expuesta al sol (Meheriuk et al., 1994).

La evaluación de la temperatura de piel y pulpa de frutos ha sido evaluada en los ensayos antes mencionados mediante imágenes infrarrojas y mediciones de temperatura de pulpa con termómetro desde el año 2012. En dichas evaluaciones se han obtenido resultados de temperaturas mayores a 50°C durante varios días para frutos expuestos a la radiación (figura 3) mientras que en iguales condiciones los frutos no expuestos presentaban temperaturas no mayores a 40°C (figura 4).

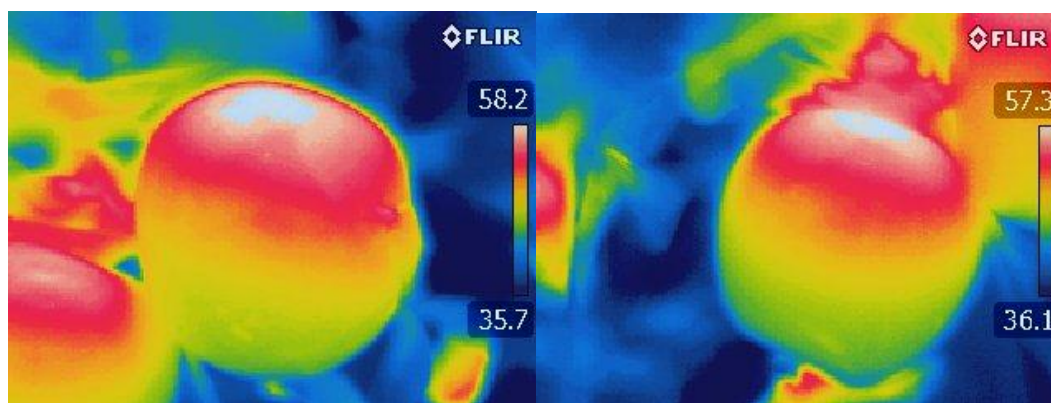


Figura 3. Temperatura superficial de frutos de la variedad Granny Smith expuestos.

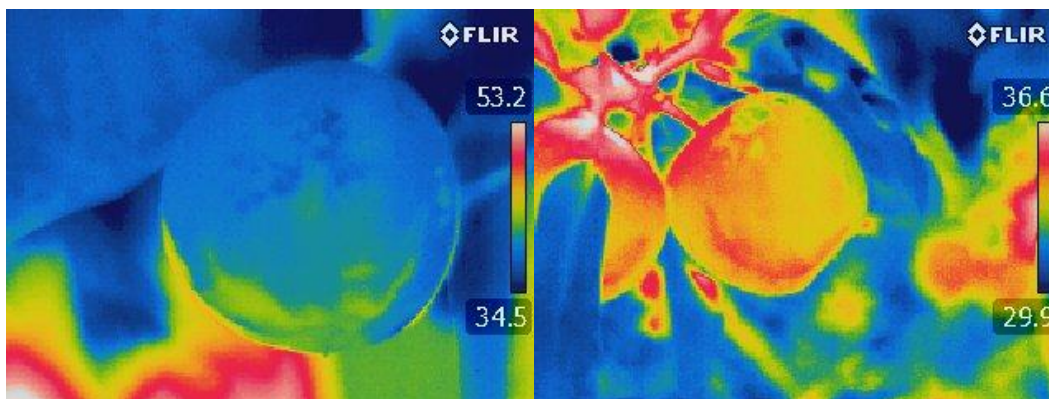


Figura 3. Temperatura superficial de frutos de la variedad Granny Smith no expuestos.

Se comienzan a ver diferencias de temperatura entre la pulpa del fruto y el aire cuando las temperaturas del aire superaron los 30°C. Estas diferencias entre fruta y aire son cercanas a los 10°C (figura 5). Esto indica que a partir de dicha temperatura la capacidad refrigerante del fruto no es suficiente para enfrentar las condiciones climáticas y mantener el fruto por debajo de las temperaturas de daño.

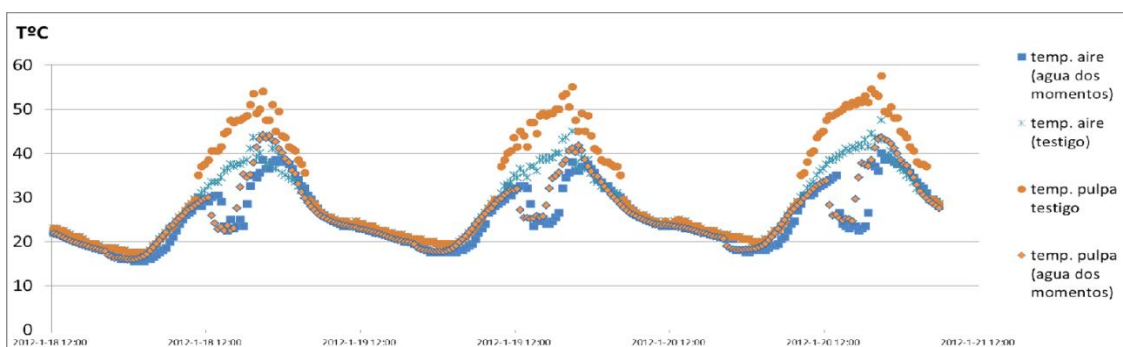


Figura 4. Evolución de la temperatura de aire y fruto según tratamiento.

Para reducir el daño de quemado se han señalado algunos mecanismos de aclimatación de la piel del fruto a la alta radiación solar, con son el aumento de la concentración de flavonoides y los carotenoides vinculados a la vía de las xantofilas. Estudios no destructivos de la evolución de estos pigmentos, de acuerdo a la metodología propuesta por Solovchenko and Schmitz-Eiberger (2003), se están ajustando en Uruguay para poder determinar el ajuste de medidas de manejo e identificar su modo de acción en relación a la fisiología del fruto.

Por otra parte, Yuri (2000) plantea una serie de factores propios de la plantación y/o del fruto que determinan la severidad del daño, entre los que destaca los siguientes:

- el estado hídrico (a mejor balance hídrico del fruto, mayor capacidad de refrigeración),
- el vigor de la planta (a mayor área foliar, mayor sombreado de la fruta),
- dirección de las filas (incidencia de rayos solares),
- presencia de cortinas (el viento reduce la temperatura del fruto),
- posición del fruto en el árbol y grado de aclimatación del fruto (frutos creciendo a menores temperaturas y/o sombreados tienen mayor sensibilidad al daño cuando son repentinamente expuestos).

La evolución visual del quemado de sol, en las temporadas 2012-2013 y 2013-2014 fue medida en frutos individuales que fueron evaluados semanalmente durante el período de crecimiento

(Figura 5). Los frutos seleccionados fueron identificados según su condición y ubicación en la planta en cuatro categorías:

- Frutos expuestos con coloración amarilla (inicio de quemado)
- Frutos expuestos con coloración roja (pigmentación roja sin síntomas de quemado)
- Frutos expuestos verdes
- Frutos internos verdes

La evolución de los mismos varió de acuerdo al año y la condición inicial del fruto como se muestra en la figura 5.

Los frutos inicialmente verdes y ubicados en zonas internas del árbol, en la temporada 2012-2013 permanecieron siempre verdes mientras que en la temporada 2013-2014 lo hicieron en un 80%. Aparecen en este último año frutos con pigmentación roja.

Los frutos expuestos con coloraciones amarillas al inicio de la evaluación, mantuvieron su coloración amarilla o la modificaron hacia el rojo en ambos años para al menos un 80% de ellos. En esta condición se mantiene el quemado pero también hubo cierta reversión a la pigmentación roja.

Los frutos inicialmente verdes pero expuestos, se mantuvieron con color verde durante todo el período en un porcentaje que varió entre 40 y 60% según el año.

En el 2013 los frutos que se mantenían verdes en la condición de verde expuesto ya habían alcanzado el menor porcentaje en la semana 11 de plena flor, o sea, ya había ocurrido el quemado. A partir de esa fecha la heliofanía fue muy baja con lo cual no hubo condiciones para quemados posteriores.

Los frutos inicialmente rojos fueron los que presentaron mayor diferencia entre años, pasando a ser amarillos en el 80% para el ciclo 2012-2013, y manteniéndose rojos al final del ciclo en un 90% para el ciclo 2013-2014.

Ciclo 2012-2013

Ciclo 2013-2014

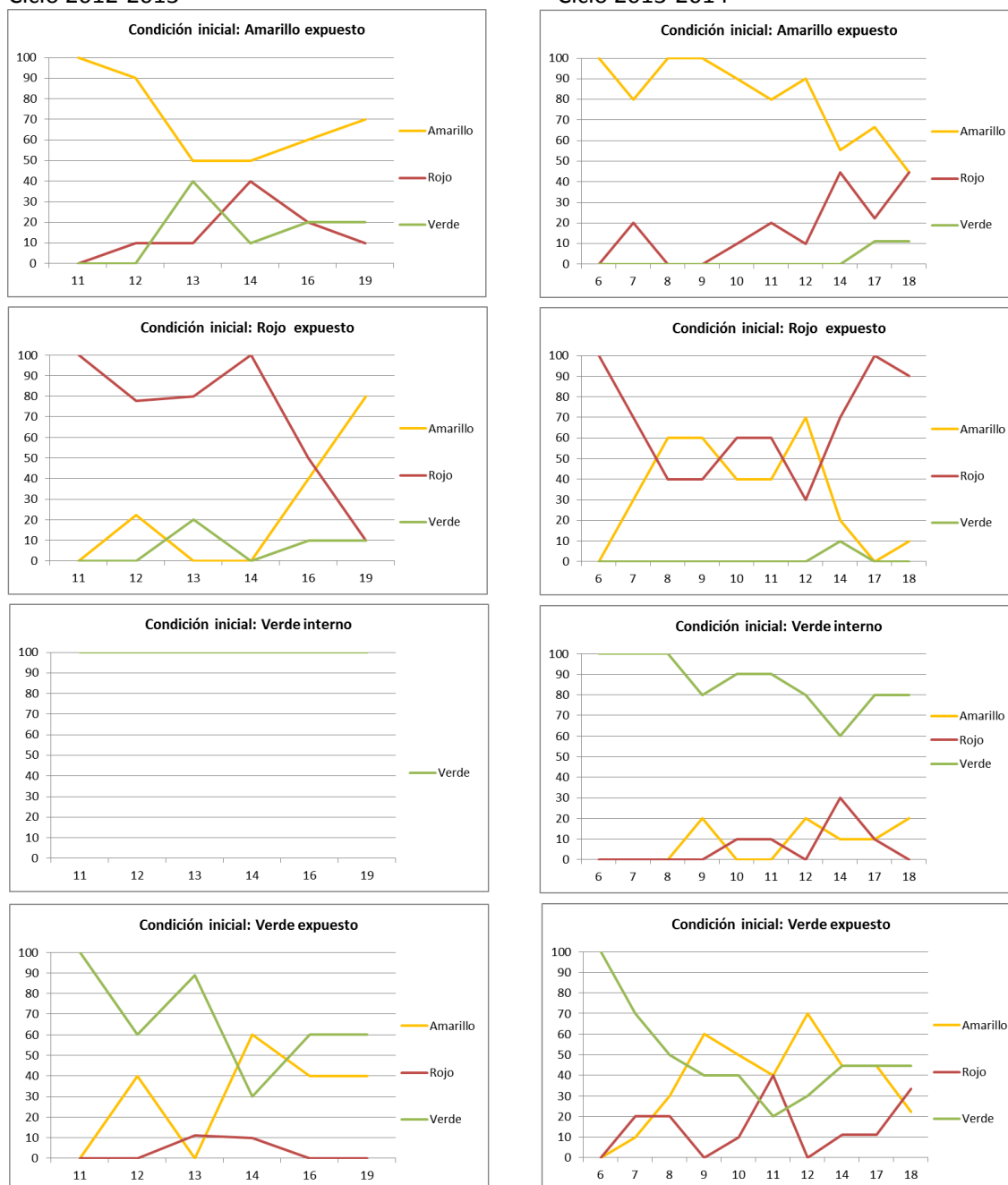


Figura 5. Evolución del quemado de sol de frutos en función del momento del ciclo como semanas desde plena floración (6 a 19), ciclo de evaluación (2012-2013, 2013-2014), ubicación en el árbol (expuesto o interno) y condición inicial (verde, amarillo, rojo) .

Bibliografía.

Andrews, P. K. and Johnson, J. R. 1996. Physiology of sunburn development in apples. *Good Fruit Grower* 47(12): 33–36.

Meheriuk, M., Prange, R.K., Lidster, P.D., Porritt, S.W., 1994. Postharvest disorders of apples and pears. *Agric. Can. Publ.* 1737/E.

Piskolczi M, Varga C, Racsko J. 2004. A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 12: 245 – 252.

Racsko, J. and L. E. Schrader. 2012. Sunburn of Apple Fruit: Historical Background, Recent Advances and Future Perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31:455–504, 2012.

Schrader, L. E., Zhang, J., and Duplaga, W. K. 2001. Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. *Plant Health Progress*, <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/sunburn> (last accessed Dec. 12, 2011)

Schrader, L. E., Sun, J., Felicetti, D., Seo, J-H., Jedlow, L., and Zhang, J. 2003. Stress-induced disorders: Effects on apple fruit quality. *Proc. Washington Tree Fruit Postharvest Conf.* <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2003A.pdf>

Solovchenko, A. E. and Merzlyak, M. N. 2003. Optical properties and contribution of cuticle to UV protection in plants: experiments with apple fruit. *Photochem. Photobiol. Sci.* 2: 861–866.

Wunsche, J. N., Lombardini, L., and Greer, D. H. 2004b. ‘Surround’ particle film application – Effect on whole canopy physiology of apple. *Acta Hort.* 636: 565–571.

Yuri, J. A., Neira, A., Quilodran, A., Razmilic, I., Motomura, Y., Torres, C., and Palomo, I. 2010. Sunburn on apples is associated with increases in phenolic compounds and antioxidant activity as a function of the cultivar and areas of the fruit. *J. Food Agric. Environm.* 8: 920–925.

Yuri, J. A., Torres, C., Bastías, R., Neira, Y. A. 2000a. Sunburn on apples. II. Inducing factors and biochemical responses. *Agro-Ciencia* 16(1): 23–32.

Yuri, J. A., Torres, C. and Vásquez, Y. J. 2000b. Sunburn on apples. I. Damage evaluation and control methods. *Agro-Ciencia* 16(5): 13–21.

NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA REGULACION DE LA CARGA FRUTAL

Danilo Cabrera¹, Pablo Rodríguez¹, Eduardo Vazquez², Maximiliano Dini¹.

¹ Programa de Investigación en Producción Frutícola – INIA – dcabrera@inia.org.uy

² Asesor Técnico Grupo de Productores CREA FRUTICULTORES

Introducción

La práctica de raleo en el cultivo de la manzana tiene como objetivo mejorar el tamaño y la calidad de los frutos. Además, el raleo evita la alternancia de producción al permitir regular la carga excesiva de frutos antes de que se diferencien las yemas florales para el año siguiente. Por todas estas ventajas del raleo, es que año a año se ven más claros los beneficios económicos que el mismo trae, por lo que es necesario un mayor esfuerzo en ajustar el número óptimo de frutos por árbol para la producción de fruta de calidad.

El raleo químico es una de las herramientas disponible que presenta la ventaja de ser una práctica rápida y permitir el raleo de flores y/o frutos en el momento adecuado. Si bien el raleo químico siempre deberá ser complementado con un raleo manual, tiene la ventaja que permite hacer este último en menor tiempo, comparado a si se hiciera solo raleo manual.

Las variedades de manzana que se cultivan en el país presentan una buena adaptación y por ende buenas floraciones y altos índices de cuajado, quedando generalmente más de 2 frutos por centro floral. Además, variedades como por ejemplo Cripps Pink producen frutos con pedicelos cortos por lo que el uso de raleadores químicos facilita la ejecución del posterior raleo manual.

Productos raleadores para manzano

Dentro de los raleadores químicos para manzano se encuentran:

Carbaryl - está registrado como insecticida y como agente raleador para manzano. Debe ser aplicado cuando los frutos poseen de 12 a 14 mm de diámetro. Actualmente se están buscando sustitutos a este producto, dado que se ha demostrado que puede matar insectos benéficos como las abejas, por lo que podría estar desapareciendo del mercado.

ANA (ácido naftalenacético) – producto auxínico que se puede aplicar desde botón rosado hasta que el fruto tiene 6 mm de diámetro, pero el momento óptimo para su aplicación se ha visto que es a caída de pétalos. En manzanas del grupo Red Delicious se deben ajustar dosis menores a las utilizadas en manzanas bicolors. La bibliografía internacional cita que en la variedad Fuji con la aplicación de ANA como raleador, se daría la formación de frutos pigmeos, característica que no se ha podido comprobar en nuestras condiciones. Al contrario, se ha comportado como un raleador muy seguro, con amplio espectro de momento de aplicación, característica muy importante dada la inestabilidad climática que se da en el período de floración en nuestra región. En condiciones de tiempo fresco y húmedo se absorbe con rapidez por lo que se aconseja aplicar en condiciones de baja humedad relativa. El ANA puede utilizarse solo, cuando se lo aplica desde botón floral a pétalo caído o puede aplicarse en combinación con otros raleadores como por ejemplo: Carbaryl, NAD, Benciladenina, Metamitron, etc.

NAD (1-Naphtylacetamide) – este producto auxínico no está registrado en nuestro país, si bien ha sido evaluado en diversas ocasiones. El momento de aplicación es de dos a seis días

después de plena flor. El uso de este producto ha ido disminuyendo en zonas productoras del mundo, debido a lo impredecible del efecto raleador del mismo.

BENCILADENINA (BA) – Este producto es del grupo de las citoquininas, se debe aplicar cuando los frutos alcanzan en promedio de 6 a 14 mm de diámetro y es importante que la temperatura supere los 18°C tanto en el momento de la aplicación como en los 2 a 3 días después de la aplicación. También este producto se puede aplicar solo o combinado con otros raleadores como ANA. En Sudáfrica por ejemplo, para la variedad Fuji se recomienda la combinación de BA con ANA a caída de pétalo.

Se cita que la BA aumenta el tamaño de los frutos no solo por el raleo que hace de alguno de ellos sino indirectamente ya que es una citoquinina que estimula la división celular.

PROMALINA - 6-BA + GA4+7 – este producto puede ser aplicado solo o en combinación con NAD. Cuando es aplicado solo, se deben hacer dos aplicaciones: a los 85% de plena flor y a los 14 días después de plena flor, aplicando NAD dos días después de plena flor. Cuando se lo aplica junto con NAD se debe hacer de dos a seis días después de plena flor.

METAMITRON – este es un inhibidor de la fotosíntesis, que actúa disminuyendo los fotoasimilados, y por competencia hace que caigan frutos recién cuajados. Este producto viene siendo evaluado en las últimas temporadas por muchos investigadores integrantes del Grupo Internacional de Trabajo en Raleo de Frutos (ISHS). Por ejemplo, Theron, K. (2013) cita que en Sudáfrica viene siendo evaluado con resultados muy promisorios.

Los principales factores que afectan la respuesta de los raleadores químicos son la dosis utilizada, la temperatura, la luz y el diámetro de los frutos. Aparte de esto el efecto de los raleadores químicos es dependiente de la interacción entre la variedad y las condiciones climáticas, por lo que se debe tomar en cuenta todas estas consideraciones en cada caso donde se vaya a aplicar.

Evaluación de Benciladenina

Temporada 2008-2009 - en una plantación mixta de manzanas Gala 'Baigent' 'Brookfield'® / M9 y 'Fuji' 'Kiku 8'® / M9, con una densidad de plantación de 2000 plantas/ha, conducidas en Solaxe, se evaluaron los tratamientos que se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación de raleadores químicos en manzanos Gala 'Baigent' 'Brookfield'® / M9 y 'Fuji' 'Kiku 8'® / M9

TRATAMIENTOS	Dosis (x ha)	Estado Fenológico	Fecha de aplicación
BA	4,5 L	8 mm	23 octubre
BA	9,0 L	8 mm	23 octubre
ANA + BA	100 cc + 4,5 L	8 mm - 10 mm	23 - 27 octubre
TESTIGO	----	----	----

La concentración de principio activo en los productos utilizados fue: 20 g/L de BA (MaxCel) y 257,4 g/L de ANA.

Los tratamientos se aplicaron con un gasto de agua de 1000 L / ha.
La fecha de plena flor fue el 11 de octubre.

Cuadro 2. Cantidad de centros florales con fruta (en porcentaje) con respecto al tratamiento testigo, evaluado 38 días después de plena floración.

Tratamiento.	Centros florales con fruta (%)	
	Gala 'Baigent' 'Brookfield'®	'Fuji' 'Kiku 8'®
BA 450	74	---
BA 900	---	100
ANA + BA	55	88
TESTIGO	100	100

De acuerdo a esta evaluación se observó que la BA en Gala 'Baigent' 'Brookfield'® tuvo un buen efecto raleador a dosis de 4,5 L/ha, y mejor aún cuando se realizaron dos tratamientos, uno temprano de ANA y otro de BA con frutos de 10 mm de diámetro.

En esta variedad ambos tratamientos tuvieron un efecto positivo en cuanto a dejar centros florales sin frutos, yemas que 'descansaran' en esa zafra para producir fruta en la siguiente, disminuyendo así la alternancia de producción.

Cuando se analizan los tratamientos en la variedad 'Fuji' 'Kiku 8'® se observa que las diferencias entre tratamientos no fueron tan claras, demostrando que se trata de una variedad más difícil de ser raleada químicamente. Solo con el tratamiento combinado de ANA con BA disminuyó 12% el número de centros florales con fruta.

En cuanto a la variedad Gala 'Baigent' 'Brookfield'® al evaluar la cantidad de frutos por centro floral 38 días después de plena flor, se observó que con el tratamiento de BA a 4,5 L/ha se redujo la cantidad de frutos en un 19% y con ANA + BA en un 29% con respecto al testigo.

En 'Fuji' 'Kiku 8'® los resultados no fueron tan marcados. Llamó la atención la disminución significativa de frutos con el tratamiento de BA a la dosis de 4,5 Lt/ha con respecto al testigo, mientras que la otra dosis de BA y el tratamiento combinado de ANA con BA no fueron tan determinantes en este sentido

Temporada 2011-2012 - en una plantación de manzanas Gala 'Baigent' 'Brookfield'® / M9, con una densidad de plantación de 1667 plantas/ha, conducidas en Solaxe, se evaluaron los tratamientos que se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3 - Evaluación de raleadores químicos en manzano Gala 'Baigent'® 'Brookfield'® / M9

Tratamientos	Dosis/ha	Estado Fenológico	Fecha
ANA	80 cc	Caída pétalos	14-oct
BA	7 L	8 mm	21-oct
ANA + BA	80 cc + 7 L	Caída pétalos -8 mm	14-oct
TESTIGO	---	---	---

A partir del número de racimos florales por árbol y del número de frutos que quedaron en el árbol luego de la aplicación de los raleadores, se calculo el índice de cuajado (cantidad de frutos / 100 racimos florales) (Cuadro 4).

Cuadro 4 – Índice de cuajado de frutos con respecto al tratamiento testigo. Valores con la misma letra no difieren significativamente.

Tratamiento	Frutos/100 racimos florales	Cuajado de frutos (%)
Testigo	149 b	100
BA	106 ab	71
ANA	105 ab	70
ANA + BA	86 a	58

Para obtener una producción comercial óptima se estimó dejar sobre la planta 5 frutos/cm² del Área de la Sección Transversal de Tronco (ASTT) y al contabilizar el número de frutos que se ralearon se observó que con el tratamiento con ANA + BA se redujo significativamente dicha cantidad de frutos raleados por planta, con la consiguiente disminución en tiempo para realizar la tarea de raleo.

Temporada 2012-2013 – En un cultivo de Gala ‘Baigent’ (Brookfield®) sobre portainjerto M 9, de ocho años de edad, conducido en “Eje Central”, con un marco de plantación de 3,5 metros entre filas y 1,2 metros entre plantas, con plantas polinizadoras del cultivar ‘Fuji Kiku® 8’, se evaluaron diferentes productos químicos y momentos de raleo manual (Dini, 2013). El Cuadro 5 muestra los diferentes tratamientos como así también dosis, fechas y momentos de aplicación.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados, dosis, fecha y momento de aplicación (Dini, 2013)

Tratamiento	Dosis (ppm)	Fecha de aplicación	Momento de aplicación	
			Diámetro promedio de frutos (mm)	DDPF
1- RQ ANA	25	11/10	6	12
2- RQ NAD	120	11/10	6	12
3- RQ BA	90	11/10	6	12
4- RM 11 oct.		11/10	6	12
5- RM 25 oct.		25/10	15	26
6- RM 8 nov.		08/11	22	40
7- RM 22 nov.		22/11	30	54
8- RM 6 dic.		06/12	38	68
9- RM 20 dic.		20/12	40	82

Referencias: DDPF= Días Después de Plena Flor

ANA= Ácido Naftalenacético; NAD= Naftalenacetamida; BA= 6-benciladenina;

RQ= Raleo químico; RM= Raleo Manual

En esta temporada la plena flor se dio el 29 de setiembre.

En la Figura 1 se presentan los calibres promedios de los frutos cosechados según tratamiento. En la misma se observó claramente como los tratamientos que incluyeron una aplicación de un

raleador químico y los raleos manuales tempranos (hasta 40 DDPF) son los que presentan mejores respuestas en cuanto a calibres de frutos a cosecha.

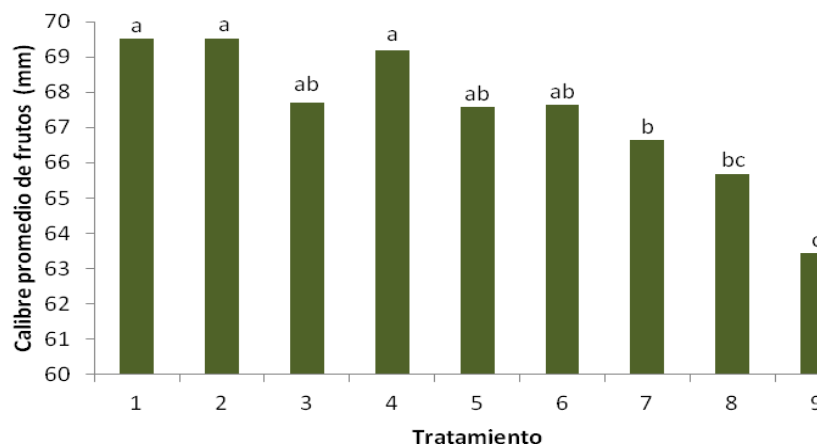


Figura 1. Calibre promedio de los frutos cosechados según tratamiento (letras iguales indican que no existen diferencias significativas, $P > 0,05$) (Dini, 2013)

Temporada 2013-2014 – En el mismo cultivo que en la temporada anterior se evaluaron los tratamientos que se detallan en el cuadro 6.

Tratamiento	Dosis (ppm /ha)	Fecha de aplicación	Momento de aplicación	
			Diámetro promedio de frutos (mm)	DDPF
1- ANA	25	7/10	Caída pétalos	7
2- ANA	25	7/10	Caída pétalos	7
+ BA	90	21/10	8	21
3- BA	90	21/10	8	21
4- BA	90	21/10	8	21
+ BA.	90	28/10	14	28
5- R. Manual		11/11	22	40

La plena flor se dio el 30 de setiembre.

El raleo manual se realizó 40 días después de plena flor.

Luego de la aplicación de los tratamientos con raleadores químicos se realizó el raleo manual complementario para llevar a 125 el número de frutos por planta. En cantidad de frutos raleados manualmente con respecto al tratamiento testigo (Raleo Manual 100%) con el tratamiento de ANA + BA solo se tuvo que ralear a mano 28%, con ANA 43%, con BA 59 % y en el tratamiento con dos aplicaciones de BA se ralearon a mano 67% de los frutos. Con estos valores se observaron diferencias significativas de todos los tratamientos con raleadores químicos comparados con el tratamiento con raleo manual.

En cuanto al peso medio de los frutos (Figura 2), el tratamiento combinado de ANA y BA fue el que dio fruta con mayores calibres comparado con el resto de los tratamientos evaluados.

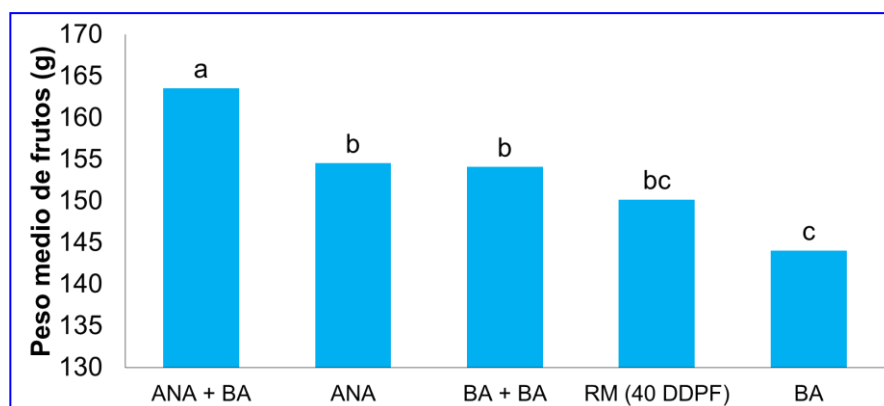


Figura 2. Peso medio de fruto a cosecha, según tratamiento (letras iguales indican que no existen diferencias significativas, $P > 0,05$).

Conclusiones

- Los productos Acido Naftalenacético y Bencialdenina, han resultado eficientes en el raleo químico de manzana, sobre todo cuando se aplican combinados.
- Los momentos a aplicar son: ANA a pétalo caído y BA cuando el fruto alcanza un diámetro de 8 mm
- No se observaron efectos secundarios como por ejemplo russetting o presencia de frutos pigmeos.
- Las dosis y momentos evaluados en la aplicación combinada de ANA con BA fue poco eficiente para la variedad 'Fuji' 'Kiku 8'®
- Siempre considerar las condiciones climáticas óptimas para la aplicación de los raleadores químicos.

Bibliografía consultada

- Dini, M. 2013. Manejo de la carga frutal en manzanos del grupo 'Gala' con diferentes tratamientos químicos y manuales. Tesis, Facultad de Agronomía–Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Gil Salaya, G. 1992. El raleo químico de manzanos. *Revista Frutícola*. 13(2): 57-67.
- Greene, D.W.; Autio, W.R.; Erf, J.A.; Mao, Z.Y. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(5): 775-779.
- Reginato, G. 1997. Raleo químico de manzanas. *Revista Frutícola*. 18(2): 73-75.
- Robinson, T. L. and Lackso, A. N. 2004. Between year and within year variation in chemical fruit thinning efficacy of apple during cool springs. *Acta Horticulturae*. Wageningen. V636, p 283-294.
- Robinson, T. L., Lackso, A. N., Greene, D. W. and S. Hoying. 2013. Precision crop load management. *New York Quaterly*. Vol 21 – No 2.
- Theron, K. I. 2013. Chemical thinning of apple: South African perspective. *Proc. EUFRIN Thinning Working Group Symposia*. Eds.: M.M. Blanke and G. Costa. *Acta Hort*. 998, ISHS.

AVANCES EN LA MECANIZACIÓN DE FRUTALES DE HOJA CADUCA EN URUGUAY

Zeballos R.¹, De Lucca R.¹, Cabrera D.², Rodríguez P.²

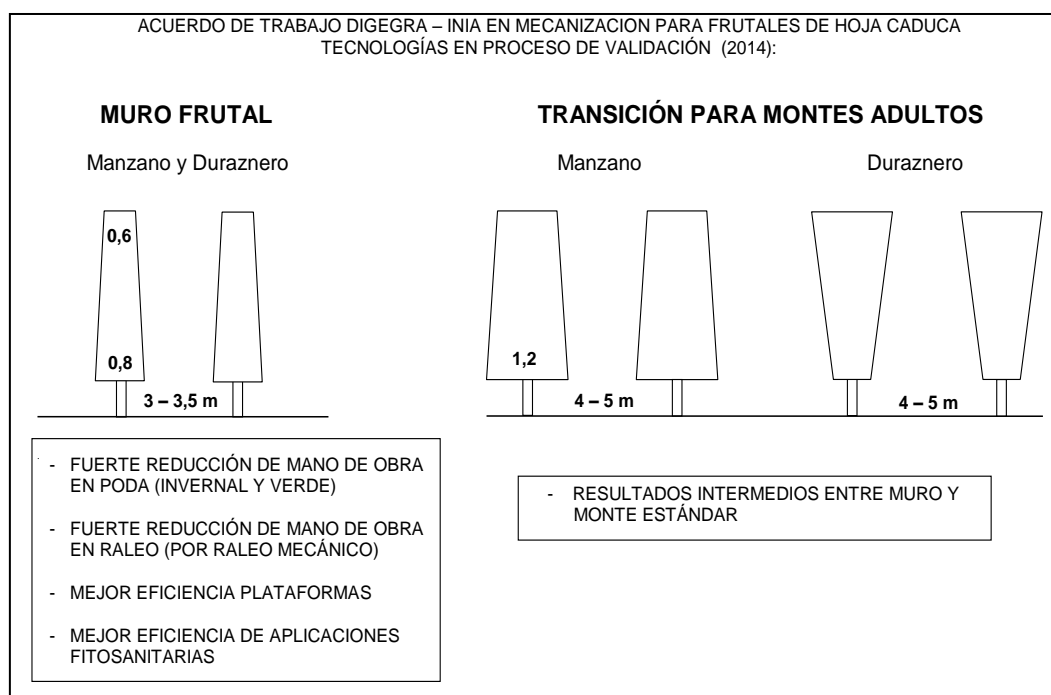
⁽¹⁾ Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - Dirección General de la Granja (MGAP/DIGEGR), Uruguay. rzeballos@mgap.gub.uy

⁽²⁾ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay.

Dentro de las limitantes al desarrollo y la competitividad de la fruticultura uruguaya se identifica como importante la baja eficiencia en el uso de la mano de obra, sumado al problema generalizado de la baja disponibilidad de mano de obra especializada. De acuerdo a los costos de producción elaborados por MGAP/DIGEGR (2014), en promedio para duraznero, peral y manzano se utilizan alrededor de 1000 horas hombre al año, de las cuales el 43% corresponden a la cosecha, el 26% a poda y el 15% en raleo.

En el marco de la tendencia mundial a solucionar este problema, aparece un nuevo concepto en cuanto a la conducción de la plantación llamado **MURO FRUTAL**, que fue desarrollado en Francia en la década de los 80 por el Dr. Alain Masseron del Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL) de Lanxade, como complemento al proyecto ‘Magali’ de cosecha robotizada de manzana.

El MURO FRUTAL consiste en formar paredes frutales de 0,8 m a 0,6 m de ancho, que aseguren la llegada de la luz a toda la copa. Esto se logra mediante la poda mecánica en verde, exigiendo menores distancias entrefilas (3 - 3,5 m) para mantener el volumen productivo. Esta tecnología aumenta la eficiencia en el uso de la mano de obra, mejora la exposición de la fruta al sol, a los tratamientos sanitarios, a los raleadores, posibilitando el raleo mecánico y facilitando la labor de los cosechadores. Como desventaja tiene un alto costo de inversión, tanto en maquinaria como en empalizada.



En 2012 la DIGEGRA inicia ensayos simulando poda mecánica con máquina poda cerco en montes adultos de duraznero y manzano ubicados en predios de productores, con el objetivo de convalidar un paquete tecnológico de “transición” hacia el MURO FRUTAL, aplicable a los montes que ya están instalados con entrefilas de 4 a 5 m.

Los resultados vienen mostrando que mediante la poda mecánica es posible reducir el uso de mano de obra, directamente en podas de invierno y desbrotes (35 % en duraznero y 45 % en manzano) e indirectamente en el resto de las labores, sin afectar rendimiento y calidad de fruta. Dicha reducción sería menor a la que se podría lograr con montes manejados en sistema MURO FRUTAL desde su instalación, pero beneficiosa al fin y por tanto recomendable, posibilitando además otras reducciones de costos, por el uso de la raleadora mecánica y la mejoría en la eficiencia de las plataformas.

A partir de 2014, INIA se suma al proyecto mediante el “Acuerdo de Trabajo MGAP/DIGEGRA – INIA en maquinaria para la fruticultura de hoja caduca”, que posibilitó la introducción de tres máquinas innovadoras para nuestro medio: una podadora de discos o cuchillas, una raleadora tipo ‘Darwin’ y una pulverizadora hidroneumática de flujo tangencial.



Dicha maquinaria está siendo utilizada en módulos de validación y ensayos en predios de productores y en la Estación Experimental ‘Wilson Ferreira Aldunate’ de INIA Las Brujas, repitiendo un mecanismo exitoso de gestión conjunta donde el productor se encarga del manejo productivo, las instituciones aportan la transferencia tecnológica incluyendo el servicio de maquinaria y todos comparten los riesgos y los beneficios de la innovación.



Los referidos módulos incluyen: los 3 ensayos iniciados en 2012 sobre monte adulto de duraznero y manzano, 7 módulos nuevos de duraznero, ciruelo y manzano instalados en 2013 y 2014 ya con las condiciones requeridas para Muro Frutal y 4 ensayos sobre montes adultos de manzano y membrillero.



Vista general de un módulo de duraznero plantado a entre filas y entre plantas, el que se formara como MURO FRUTAL para trabajar con la podadora y la raleadora mecánica, aprovechando para el raleo manual, la poda manual y la cosecha el uso de una plataforma.

Plantación de manzano, de 10 años de edad, conducido en eje central, plantado a 3.5 m entre filas por 1 m entre plantas, al cual se le paso en otoño la podadora mecánica. En este módulo se irá transformando la plantación en un MURO FRUTAL para evaluar en dichas condiciones la conveniencia o no de la transformación de montes ya instalados en montes donde se puedan mecanizar diversas prácticas de manejo como el raleo, la poda y la cosecha.



Plataformas

Con el objetivo también de aumentar la eficiencia de producción y por ende la rentabilidad de los cultivos frutales, las plataformas van lentamente ganándose un lugar en la fruticultura uruguaya. Estas generan un mayor rendimiento de la mano de obra sin reducir la producción (en Uruguay la plataforma de balcón autopropulsada ha permitido reducir los tiempos de poda un 45%, de raleo un 10% y de cosecha un 35%), mejor tratamiento a la fruta (menos golpes), mayor comodidad y seguridad laboral y mayor facilidad para seleccionar y adiestrar al personal. Como desventaja encontramos su costo de adquisición (entre 1.500 y 60.000 US\$ según la forma de propulsión y mejoras agregadas) y la necesidad de reacondicionar algunos montes, siempre pensando en el manejo del MURO FRUTAL.

Plataforma sencilla ubicada en lo tres puntos del tractor. Este tipo de plataforma tiene la desventaja de que se necesita un operario para conducir el tractor. En algunos casos hay que dotar al tractor de cierta transmisión que permita una marcha lenta, adecuada a la labor que hacen los operarios sobre la plataforma. Estos modelos económicos tienen un costo que va entre U\$S 1500 a U\$S 10000.





Existen plataformas como las que se ven en esta foto que tienen un costo de aproximadamente de U\$S 30000

Esta plataforma autopropulsada en este caso siendo utilizada en la poda de duraznero. En la misma plataforma se ha instalado un compresor de aire que activa las tijeras neumáticas que los podadores utilizando.



La siguiente foto muestra una plataforma autopropulsada de última generación en Europa, con bandas transportadoras que llevan la fruta al bin.



Entonces,

como está ocurriendo en otras zonas productoras de fruta en el mundo, la mecanización en nuestro país también mejorará la rentabilidad de las explotaciones frutícolas y su competitividad en el mundo globalizado, permitiendo a los hijos de los productores continuar la empresa familiar y a los empleados mejorar su productividad, condiciones laborales y remuneración. Vale recordar que los empleos que desaparecen con la tecnificación del agro son los que nadie quiere realizar, y que en un mercado con escasa oferta de mano de obra, son las grandes empresas las que se llevan los mejores operarios, mientras que la mecanización la pueden conseguir los productores familiares como servicio o mediante compra conjunta.

Bibliografía consultada

Asin, L. 2008. IRTA España.

[http://pomaceas.otalca.cl/html/araucania/Docs/pdf/\(5\)Actividad%20Frusan%20%2014-07-2011-/Luis%20Asin%203.pdf](http://pomaceas.otalca.cl/html/araucania/Docs/pdf/(5)Actividad%20Frusan%20%2014-07-2011-/Luis%20Asin%203.pdf)

Zeballos, R., De Lucca, R., Casas, A., Díaz, E., Osorio, F., Buschiazio, M., Martínez, F., 2014. Costos de producción frutícola – MGAP – DIGEGRA. Datos no publicados.

Zeballos, R., Soria, j., De Lucca, R., Cabrera, D., Pisano, J. y Rodríguez, P. 2013.

<http://www.inia.uy/SiteAssets/Paginas/Forms/EditForm/7.%20M%C3%B3dulos%20DIGEGRA%20-%20INIA%20a%20etapa.pdf> Seminario de carozo

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino al Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy