

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE TRES MANEJOS DE LA VEGETACIÓN SOBRE VARIABLES
BIOFÍSICAS EN DURAZNEROS (*Prunus persica* (L.) Stokes) 'DIXILAND'**

por

Guillermo LONG BERTINAT

**Trabajo final de grado presentado
como uno de los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Directora: -----
Ing. Agr. (Dra.) Vivian Severino Ferrer

Lic. C.C.B.B. (Dra.) Daniella Bresciano

Ing. Agr. (PhD) Pablo González Barrios

Ing. Agr. (PhD) Florencia Alliaume Molfino

Fecha: 15 de marzo de 2023.

Autor: -----
Guillermo Long Bertinat

AGRADECIMIENTOS

A mis directoras Vivian, Daniella, Florencia y Pablo, por darme la posibilidad de llevar adelante esta tesis que tanto anhelé.

A mi madre, mi padre, mi hermana y mi hermano por darme la posibilidad de discutir los resultados, pero por sobre todo, por discutir y tratar de mejorar nuestros sistemas productivos actuales. A las Abuelas por su incansable inquietud, y a los Abuelos que siempre acompañan. A la Chusi por acompañarme y apoyarme en este tiempo.

A los productores Arnaldo y William por ofrecer sus quintas, su tiempo, comprensión y respeto en este proceso de aprendizaje.

A INIA como institución, pero, especialmente a Andrés Quincke, Danilo Cabrera, Emiliano Barolín, Pablo Rodríguez y Roberto Zoppolo, quienes de forma voluntaria han contribuido con sus saberes.

Al equipo de la SOFOVAL, en especial a Margarita, Matias y Renzo por brindarme el apoyo y espacio necesario para realizar las mediciones de laboratorio.

A las compañeras y compañeros de la Fagro, en especial las que militamos en la AeA, espacio esencial de formación. A la Udelar por la educación pública de calidad.

Por último, al personal de la Biblioteca de la Fagro por su silenciosa contribución a la enseñanza. A la ANII por el Portal timbó, espacio imprescindible para la búsqueda de información crítica y de calidad.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. CARACTERIZACIÓN EDAFO-CLIMÁTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO .	2
2.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS APTOS PARA FRUTICULTURA Y EL ROL DE LA FAUNA EDÁFICA	5
2.2.1. Compactación del Suelo: Densidad aparente y Resistencia del suelo a la penetración	6
2.2.2. Contribución de las Lombrices y la Fauna Edáfica a los Agroecosistemas	7
2.3. CARACTERÍSTICAS Y NECESIDADES DE LOS DURAZNEROS	10
2.3.1. Requerimientos edafológicos	10
2.3.1.1. Sistema radicular	12
2.3.2. Requerimientos climáticos	13
2.3.2.1. Necesidades hídricas	14
2.3.3. Características del portainjerto 'Nemaguard'	15
2.3.4. Características de la variedad 'Dixiland'	16
2.4. VEGETACIÓN HERBÁCEA ASOCIADA A LOS MONTES FRUTALES .	17
2.4.1. Rol de la diversidad vegetal	17
2.4.2. Importancia del control de la vegetación espontánea en la fila	18
2.4.2.1. Control químico	22
2.4.2.2. Mulch como método de control	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MONTES DE DURAZNEROS	27
3.2. PERÍODO DE OBSERVACIÓN Y LOS MANEJOS REALIZADOS	27
3.2.1. Mulch orgánico (M)	28
3.2.2. Mulch orgánico y control químico (M+CQ)	29
3.2.3. Control químico (CQ)	29
3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS	29
3.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS	30
3.4.1. Densidad aparente del suelo(DAp)	30
3.4.2. Resistencia del suelo a la penetración(RSP)	31
3.4.3. Cantidad de lombrices por volumen de suelo	31
3.5. PARÁMETROS DE CULTIVO EVALUADOS	31
3.5.1. Materia seca de las raíces por volumen de suelo	31
3.5.2. Estimación del balance hídrico bajo los tres manejos	32
3.5.3. Tasa de crecimiento de los frutos	32
3.5.4. Producción por planta	33
3.5.5. Calibre y sólidos solubles (°Brix) de los frutos cosechados	34
3.5.6. Diámetro de los troncos	34
3.5.7. Eficiencia productiva por árbol	34

3.6. BIOMASA Y DIVERSIDAD VEGETAL.....	35
3.6.1. Estimación de la producción de materia seca en las entrefilas.....	35
3.6.2. Estimación de la cobertura del suelo, frecuencia y riqueza de aparición de la vegetación espontánea en las filas	35
4. RESULTADOS	36
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS SOBRE LOS QUE SE ENCUENTRAN LOS MONTES DE DURAZNEROS.....	36
4.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y LA POBLACIÓN DE LOMBRICES.....	37
4.2.1. Densidad aparente del suelo	37
4.2.2. Resistencia del suelo a la penetración.....	39
4.2.3. Abundancia de lombrices.....	41
4.3. IMPACTO DE LOS MANEJOS EN LAS PLANTAS Y SU PRODUCCIÓN	42
4.3.1. Materia seca de las raíces por volumen de suelo	42
4.3.2. Balance hídrico de los montes frutales	42
4.3.3. Tasa de crecimiento de frutos	43
4.3.4. Rendimiento y calidad de la fruta cosechada.....	44
4.3.5. Diámetro de los troncos	46
4.3.6. Eficiencia productiva	46
4.4. INFLUENCIA DE LOS MANEJOS EN LA FLORA DE LAS FILAS DE LOS MONTES EVALUADOS	47
4.4.1. Producción de materia seca de las entrefilas de los durazneros	47
4.4.2. Cobertura del suelo y vegetación espontánea en las filas de durazneros.....	48
5. DISCUSIÓN.....	52
5.1. SUELOS BAJO FRUTICULTURA EN LA ZONA DE ESTUDIO	52
5.2. EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y LA POBLACIÓN DE LOMBRICES	52
5.3. RESPUESTA DE LOS ÁRBOLES.....	53
5.4. EFECTO DE LOS MANEJOS EN LA POBLACIÓN DE HERBÁCEAS ..	54
6. CONCLUSIONES	57
7. RESUMEN	58
8. SUMMARY.....	59
9. BIBLIOGRAFÍA.....	60
10. ANEXOS	69

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Página

Cuadro No.

Índice de tablas

Cuadro 1. Espacio poroso del suelo en relación a su textura y densidad aparente (DAp).	7
Cuadro 2. Calificación de la abundancia de lombrices según la cantidad de individuos existentes en un volumen de 15 L de suelo.	7
Cuadro 3. Peso seco de raíces y proporción de raicillas en las filas de durazneros según la profundidad.....	13
Cuadro 4. Rendimiento, peso promedio de fruto y sobrecolor de duraznos 'Dixiland' sobre diversos portainjertos en la zafra 2009-2010.	15
Cuadro 5. Producción de duraznos bajo dos manejos de la fila y de la entrefila.	24
Cuadro 6. Descripción del perfil del suelo del Productor 1 (P1).	36
Cuadro 7. Descripción del perfil del suelo del Productor 2 (P2).	36
Cuadro 8. Abundancia y tipo de lombrices en las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).	41
Cuadro 9. Densidad de raíces y raicillas en las filas de durazneros bajo los tres manejos.	42
Cuadro 10. Sólidos solubles (°Brix) de las frutas cosechadas bajo los tres manejos.	45
Cuadro 11. Calibre de las frutas cosechadas bajo los tres manejos.	45
Cuadro 12. Crecimiento de los árboles bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) evaluado a través del diámetro del tronco.	46
Cuadro 13. Eficiencia productiva de los árboles bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).	46
Cuadro 14. Producción de materia seca de las entrefilas de los montes bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.....	47
Cuadro 15. Familias botánicas presentes en la entrefila de los montes de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.....	48
Cuadro 16. Riqueza de familias presentes en las filas bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.	51

Figura no.

Figura 1. Grupo de suelos CONEAT en los predios productivos y la zona. ...	3
Figura 2. Unidades de suelos de la carta de suelos 1:200.000 de Colonia en los predios productivos y la zona.	4

Figura 3. Precipitación efectiva (pp. ef.), temperatura máxima (t. máx.) y mínima (t. mín.) de la serie climática 1965-2021 y el período 2020-2021 en INIA LE.....	5
Figura 4. Esquema del efecto de las lombrices en el suelo.	8
Figura 5. Esquema del control biológico (CB) realizado por las lombrices sobre diferentes patógenos de las plantas. A. Ingestión y digestión de patógenos. B. Ingestión y digestión de residuos y producción de sustancias antimicrobianas. C. Mejora física del suelo. D. Incremento de microorganismos benéficos. E. Fortalecimiento del sistema de defensa de la planta.....	10
Figura 6. Representación del control de la VEF. A. Control químico. B. Control con mulch.	20
Figura 7. Diagrama de una parcela de observación inserta en un monte frutal.....	28
Figura 8. Medición en planta del diámetro ecuatorial de un durazno.	33
Figura 9. Lote de duraznos de la variedad 'Dixiland' con óptima calidad industrial.....	34
Figura 10. Perfiles de suelo de los predios productivos. A. Productor 1. B. Productor 2.	37
Figura 11. Densidad aparente del suelo en superficie (0 – 3,9 cm) bajo el manejo de mulch (M), mulch+control químico (M+MQ) y control químico (CQ)	38
Figura 12. Densidad aparente del suelo en profundidad (5,9 – 9,2 cm) bajo el manejo de mulch (M), mulch+control químico (M+MQ) y control químico (CQ).	38
Figura 13. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 0 cm hasta los 20 cm de profundidad el 11/07/2020.....	39
Figura 14. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 25 cm hasta los 60 cm de profundidad el 11/07/2020.....	40
Figura 15. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 0 cm hasta los 20 cm de profundidad el 15/04/2021.	40
Figura 16. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 25 cm hasta los 60 cm de profundidad el 15/04/2021.	41
Figura 17. Balance hídrico de los montes frutales (barras) y la evapotranspiración estimada de los durazneros (líneas) bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).	43
Figura 18. Tasa de crecimiento media semanal de los frutos bajo el manejo con mulch (M) y mulch+control químico (M+CQ).....	44
Figura 19. Evolución semanal del diámetro de los frutos bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico)...	44

Figura 20. Producción comercial, descarte y rendimiento de fruta bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).	45
Figura 21. Cobertura de las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) el 16/07/2020.	49
Figura 22. Cobertura de las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) el 12/03/2021.	49
Figura 23. Frecuencia absoluta de familias bajo los tres manejos (mulch (M); mulch+control químico (M+CQ); control químico (CQ)) en la primer fecha de evaluación.	50
Figura 24. Frecuencia absoluta de familias bajo los tres manejos(mulch (M); mulch+control químico (M+CQ); control químico (CQ)) en la segunda fecha de evaluación.	51

1. INTRODUCCIÓN

Los actuales sistemas frutícolas se caracterizan por ser ecológicamente inestables (Rondoni et al., 2015, Mazzitelli et al., 2019), a su vez, se encuentran en crisis por los altos costos productivos (Rufato et al., 2006).

En los últimos años se ha incrementado la información sobre los herbicidas -y fungicidas e insecticidas-, conociéndose el impacto negativo sobre la salud humana (Bedmar, 2006, González y Amma, 2012), la biodiversidad (Fischer, 2013, Taberner, 2013, Mia et al., 2020b) y el ambiente en general, principalmente en el ciclo hidrológico (Peñalva y Calegari, 1999, Bedmar, 2006, Carson, 2010, Flores et al., 2019).

En este contexto, los productores frutícolas de la zona de Colonia Valdense se encuentran en la constante apropiación de tecnologías que les permita reducir los costos por la utilización de insumos externos, minimizando los problemas ambientales y de salud que acarrea su utilización. El uso del mulch como método de control de la vegetación espontánea de las filas en los montes frutales, es un ejemplo de ello.

El objetivo general de este trabajo fue estudiar el impacto de tres manejos de control de la vegetación espontánea de las filas de durazneros en dos predios productivos (Productor 1 y 2). En cuanto a los objetivos específicos, se planteó, evaluar el efecto del control de la vegetación espontánea de las filas sobre las propiedades físicas y la biología del suelo, en la productividad de los frutales y en la vegetación espontánea de la fila.

Se pretende que esta tesis aporte información para estimular a la producción frutícola uruguaya a transitar hacia una producción sostenible en las dimensiones ambientales, económicas y sociales; aumentando las interacciones extra e intra-prediales y disminuyendo el uso de insumos externos del predio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERIZACIÓN EDAFO-CLIMÁTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

En base a la carta geológica 1:100.000 (MIEM. DNMG, 2017), los predios productivos se encuentran sobre la unidad geológica formación Raigón (fm. Raigón) (ver anexo 1, Productor 1 y 2. OSM, 2022, MIEM. DNMG, 2017). La fm. Raigón se compone de tres miembros: San Bautista, Mauricio y Kiyú (Bossi, 2007). San Bautista es el miembro característico de esta formación y se compone de limos naranjas porosos resistentes a la meteorización, con presencia de venillas de carbonato de calcio (Bossi, 2007). La presencia de la fm. Raigón no asegura un acuífero de gran caudal $-50.000 \text{ L} \cdot \text{hora}^{-1}$ -, dado que el acuífero se sitúa en las areniscas del miembro Mauricio, siendo éste poco frecuente (Bossi, 2007).

El grupo de suelo CONEAT de los predios es 10.8b (figura 1, ver Productor 1 y 2) (MGAP. WMS, s.f.). El mapa de los grupos de suelos CONEAT se realizó mediante el uso del programa QGIS (QGIS Project, 2022) con base en el mapa digital predeterminado (OSM, s.f.), se le añadió a la base de datos el mapa digital de Cartografía CONEAT (MGAP. WMS, s.f.).

Los grupos de suelos CONEAT son áreas homogéneas definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana, y no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelo (MGAP. DGRN, 2020). Los suelos CONEAT 10.8b corresponden a Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos y Brunosoles Éutricos y Subéutricos Típicos, de color negro o pardo muy oscuro, textura franco-arcillo-limosa, de fertilidad alta y son moderadamente bien drenados (MGAP. DGRN, 2020). El material parental es limo-arcilloso, normalmente con concreciones de calcio (MGAP. DGRN, 2020). Se asocian a un relieve suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 4 % y la erosión actual es moderada a ligera -laminar- (MGAP. DGRN, 2020).

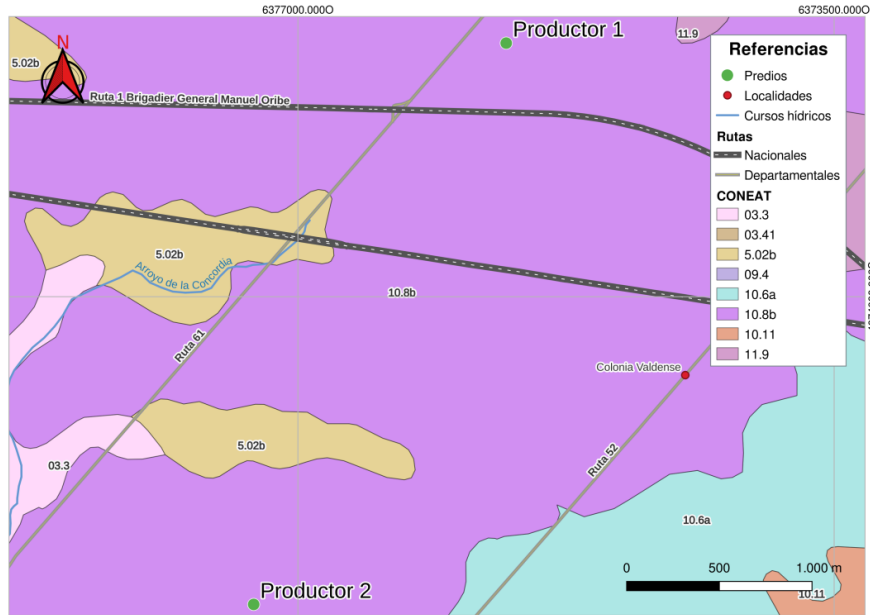


Figura 1. Grupo de suelos CONEAT en los predios productivos y la zona.

Fuente: elaborado con base en MGAP. WMS (s.f.), OSM (s.f.). 34°20'04" S 57°16'51" O.

En cuanto a la carta de suelos 1:200.000, los predios se encuentran sobre la unidad de suelos Libertad 2 (Li2) (figura 2, Productor 1 y 2) (MGAP. DGRNR, 1998). El mapa de las unidades de suelos se realizó mediante el uso del programa QGIS (QGIS Project, 2022) con base en el mapa digital predeterminado (OSM, s.f.), se le añadió a la base de datos el mapa digitalizado de Carta de reconocimiento de suelos: Departamento de Colonia (MGAP. DGRNR, 1998).

La unidad de suelo Li2 se encuentra en una topografía de lomada suave, con pendientes menores a 3 % (MGAP. DGRNR, 1998). Los suelos de la unidad Li2 se caracterizan por ser pesados -limo-arcillosos-, profundos y oscuros de alta fertilidad natural, aunque en ocasiones, con problemas de alcalinidad (MGAP. DGRNR, 1998). En la unidad Li2, dominan los Brunosoles Éútricos Típicos y Brunosoles Subéútricos Típicos sd y Vertisoles Rúpticos Lúvicos (MGAP. DGRNR, 1998).

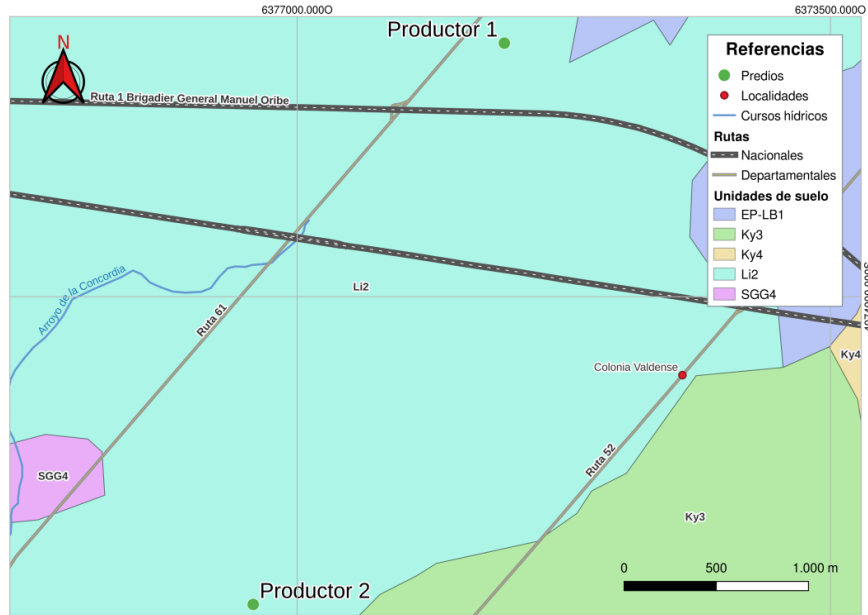


Figura 2. Unidades de suelos de la carta de suelos 1:200.000 de Colonia en los predios productivos y la zona.

Fuente: elaborado con base en MGAP. DGRNR (1998), OSM (s.f.). 34°20'04" S 57°16'51" O.

Para la caracterización térmica de la zona de estudio, se utilizó el registro de las temperaturas medias máximas (t. máx.) y medias mínimas (t. mín.) de la Estación Experimental de INIA La Estanzuela (INIA LE, en adelante). En el período 2020-2021, la t. máx y t. mín fueron similares a las de la serie climática 1965-2021 (figura 3) (INIA, s.f.).

La precipitación efectiva (pp. ef.) registrada en INIA LE en el año 2020 fue de 692,6 mm, siendo inferior a la pp. ef. de la serie climática 1965-2021 que posee un registro de 938,7 mm anuales (figura 3) (INIA, s.f.). En el año 2021, la pp. ef. fue similar -940,1 mm- a la pp. ef. de la serie climática 1965-2021 (figura 3) (INIA, s.f.).

Las horas de frío (HF) promedio anual en INIA LE en el período 2007-2021 es de 600,1 HF, mientras que, en el año 2020 se acumularon 643,0 HF (INIA, s.f.).

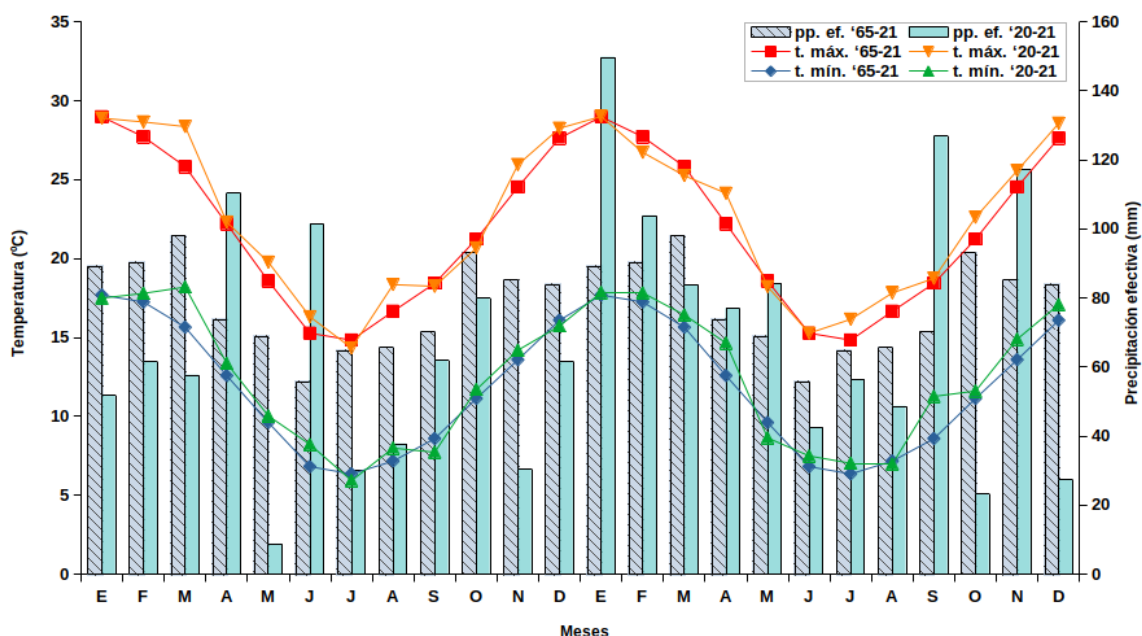


Figura 3. Precipitación efectiva (pp. ef.), temperatura máxima (t. máx.) y mínima (t. mín.) de la serie climática 1965-2021 y el período 2020-2021 en INIA LE.

Fuente: elaborado con base en INIA (s.f.).

2.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS APTOS PARA FRUTICULTURA Y EL ROL DE LA FAUNA EDÁFICA

La principal limitante para la producción agropecuaria es la falta de suelos apropiados para tal fin y la degradación de los mismos por prácticas inadecuadas de conservación (Flores et al., 2019).

Los sistemas frutícolas no escapan de los procesos de empobrecimiento del suelo, siendo los más comunes la compactación y la baja infiltración del agua, que impactan negativamente en la producción (Peñalva y Calegari, 1999, Aruani et al., 2006, Rufato et al., 2006, Docampo y Silva, 2014).

Se logra un correcto y profundo sistema radicular de los árboles frutales, cuando el perfil del suelo es uniforme en sus propiedades físicas y químicas (Agustí, 2014).

Para mantener e incrementar las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, es necesaria la adopción de prácticas que incrementen los residuos orgánicos en superficie (Peñalva y Calegari, 1999, Aruani et al., 2006, Zoppolo, 2014, Primavesi, 2016).

2.2.1. Compactación del Suelo: Densidad aparente y Resistencia del suelo a la penetración

La compactación del suelo es la pérdida de la porosidad del mismo, esta propiedad la podemos favorecer o desfavorecer mediante el manejo (Schneider y Scarborough, 1961, Peñalva y Calegari, 1999, Aruani et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Docampo y Silva, 2014, Primavesi, 2016, Carrasco et al., 2017).

En el campo, se mide la compactación del suelo a través de la resistencia del suelo a la penetración (RSP), suelos u horizontes compactos arrojan valores elevados de RSP (Carrasco et al., 2017).

Las zonas de compactación en profundidad generan sistemas radiculares superficiales, incrementan la posibilidad de ocurrencia de anoxia radicular por la baja difusión del aire (Díaz Lageard, 2002), e incluso, se pueden generar napas freáticas permanentes o temporales que favorecen el desarrollo de patógenos radiculares (Calderón Alcaraz, 1986, Rienzi y Maggi, 2007, Carrasco et al., 2017).

Según Docampo y Silva (2014), los suelos que se presentan bajo fruticultura, en general tienen un grado mínimo de compactación, porque se realizan manejos que contribuyen a disminuirla. Los manejos que se practican en fruticultura y que disminuyen la compactación del suelo son: agregado de materia orgánica a través de enmiendas orgánicas o restos de poda, la cobertura vegetal diversa en las entrefilas, el pasaje de maquinaria cuando el suelo no presenta exceso de humedad (Primavesi, 2016) y en la menor cantidad de veces posible (Peñalva y Calegari, 1999, Docampo y Silva, 2014).

La porosidad del suelo se puede estimar en el campo a través de la densidad aparente (D_{Ap}), un suelo es más poroso cuanto menor sea su D_{Ap} (Rucks et al., 2004, Rienzi y Maggi, 2007, Carrasco et al., 2017).

Según Lal, citado por Rienzi y Maggi (2007), con un espacio poroso del 40 % se logra un buen desarrollo radicular de los frutales. En el cuadro 1 se observa que la D_{Ap} varía en función de la textura del suelo, sin alterar el 40 % de su porosidad.

Cuadro 1. Espacio poroso del suelo en relación a su textura y densidad aparente (DAp).

Textura	DAp (g*cm⁻³)	Espacio poroso (%)
limosa	1,59	40
< 15 % de arcilla	1,30	> 40
> 20 % de arcilla	~ 1,20	> 40

Fuente: adaptado de Lal, citado por Rienzi y Maggi (2007).

2.2.2. Contribución de las Lombrices y la Fauna Edáfica a los Agroecosistemas

Las lombrices son uno de los organismos más grandes y más visibles que componen la fauna edáfica. Su presencia está asociada a suelos de buena calidad, dado que estos seres vivos contribuyen en los procesos de su formación, estructura e incrementan su fertilidad (Meinicke, 1988, Primavesi, 2016, Jorge Escudero et al., 2018, 2019) (figura 4).

Según Meinicke (1988), los beneficios por la presencia de las lombrices es dependiente de la población de estos anélidos en el suelo (cuadro 2).

Cuadro 2. Calificación de la abundancia de lombrices según la cantidad de individuos existentes en un volumen de 15 L de suelo.

Cantidad de lombrices	Calificación
≥10	muy buena
1 – 2	insignificante

Fuente: elaborado con base en Meinicke (1988).

Según Van Groenigen, citado por Jorge Escudero et al. (2018), en los suelos que se encuentran bajo sistemas productivos agropecuarios con presencia de lombrices, se incrementa en un 25 % el rendimiento de los cultivos y en un 23 % la producción de biomasa aérea, siempre que exista una deposición de residuos orgánicos en superficie y una baja disponibilidad de nitrógeno.

La actividad de las lombrices en el suelo genera un incremento de nutrientes en el mismo (figura 4); se ha constatado el incremento de

nitrógeno y calcio (Rucks et al., 2004, Primavesi, 2016, Jorge Escudero et al., 2019), fósforo, magnesio y potasio (Meinicke, 1988, Gómez y Gómez, 2011).

Las lombrices al trasladarse por el perfil del suelo construyen galerías en todos los planos, incrementando así el espacio poroso del mismo con la consecuente mejora en la aireación y su drenaje (Meinicke, 1988, Rucks et al., 2004, Primavesi, 2016, Jorge Escudero et al., 2019) (figura 4). Las galerías que son abandonadas por las lombrices, son utilizadas por las plantas para desarrollar su sistema radicular sin grandes impedimentos físicos (Calderón Alcaraz, 1986, Meinicke, 1988, Primavesi, 2016) (figura 4).

La estabilidad de la estructura del suelo es afectada positivamente por los excrementos y el pasaje de las lombrices por las galerías (Primavesi, 2016), dado que sus excrementos y las galerías tienen un alto contenido de mucus proteico que actúa como cementante de las partículas del suelo (Rucks et al., 2004, Jorge Escudero et al., 2018) (figura 5.C.). Cuanto más estable es la estructura del suelo, menor es el riesgo de erosión del mismo (figura 4) (Rucks et al., 2004).

Las lombrices generan las condiciones propicias para el desarrollo de microorganismos benéficos, por la creación de micro-hábitats con la construcción de galerías, de alimento por residuos orgánicos parcialmente descompuestos y la diseminación por su movilidad en el perfil del suelo (Meinicke, 1988, Jorge Escudero et al., 2018, 2019) (figura 4 y 5.D.).

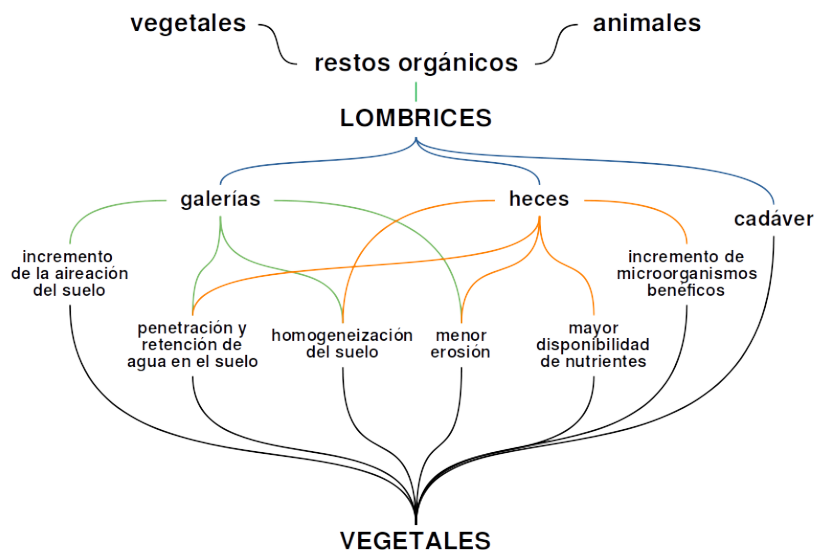


Figura 4. Esquema del efecto de las lombrices en el suelo.

Fuente: adaptado de Meinckle (1988).

Las bacterias y hongos contribuyen a la estabilidad de los agregados del suelo a través de los exudados microbianos y del micelio, respectivamente (Peñalva y Calegari, 1999, Rucks et al., 2004, Aruani et al., 2006, Uchôa et al., 2018). A su vez, los microorganismos juegan un rol fundamental en la fertilidad del suelo por el ciclado de nutrientes a través de la descomposición de los restos orgánicos (Jorge Escudero et al., 2018), por la fijación de nutrientes de la atmósfera en simbiosis con las plantas -por ejemplo: *Rhizobium* sp. y leguminosas- o de vida libre -por ej. *Azotobacter* sp.- (Calderón Alcaraz, 1986, Zoppolo et al., 2011) y por el incremento de la exploración radicular a través de las micorrizas -asociación entre hongos y plantas- (Frioni, 1999, Peñalva y Calegari, 1999, Primavesi, 2016).

La actividad de las lombrices en el suelo fortalece el sistema inmune de las plantas, explicada por el incremento de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Frioni, 1999, Peñalva y Calegari, 1999, Gómez y Gómez, 2011) (figuras 4 y 5.D.) y por pequeños daños en el sistema radicular de las plantas que desencadenan un incremento en la respuesta fisiológica al estrés (Jorge Escudero et al., 2018) (figura 5.E).

El sistema inmune de las lombrices es capaz de suprimir el desarrollo de hongos fitopatógenos y bacterias (Jorge Escudero et al., 2018) (figura 5.B.). También la ingestión de residuos del cultivo disminuye el sustrato para que se desarrollen los patógenos de las plantas, a su vez, la digestión de los mismos o de sus esporas provoca una disminución en las poblaciones de patógenos (Jorge Escudero et al., 2018) (figura 5.A.). Según Zoppolo et al. (2011), estas cualidades también se le atribuyen a los nematodos.

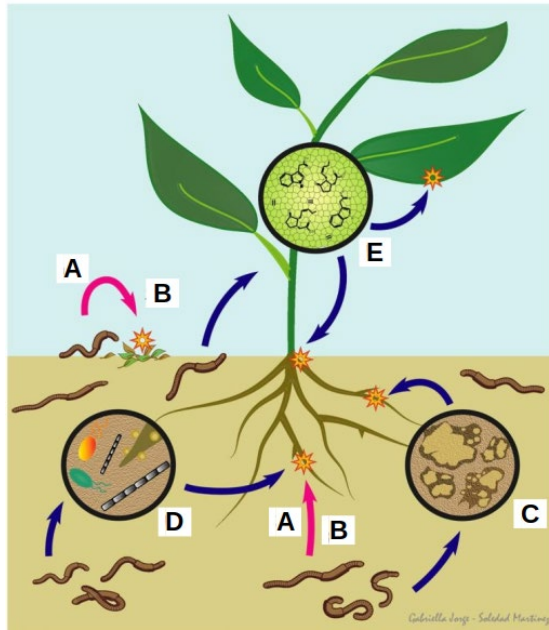


Figura 5. Esquema del control biológico (CB) realizado por las lombrices sobre diferentes patógenos de las plantas. **A.** Ingestión y digestión de patógenos. **B.** Ingestión y digestión de residuos y producción de sustancias antimicrobianas. **C.** Mejora física del suelo. **D.** Incremento de microorganismos benéficos. **E.** Fortalecimiento del sistema de defensa de la planta.

Nota: las estrellas representan a los patógenos; las flechas rosadas el CB directo de las lombrices; las flechas azules el efecto indirecto de las lombrices y el CB mediado por el suelo, microorganismos o la planta.

Fuente: adaptado de Jorge Escudero et al. (2018).

2.3. CARACTERÍSTICAS Y NECESIDADES DE LOS DURAZNEROS

El potencial de desarrollo de una especie lo determina su genética, pero es el ambiente en el que se desarrolla el que incide positivamente o negativamente en dicho potencial (Calderón Alcaraz, 1986). A su vez, son las prácticas llevadas adelante en el monte frutal las que van a determinar la obtención de rendimientos comerciales aceptables (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014, Soria, 2014).

Las prácticas culturales -como el control de la vegetación espontánea y el riego- contribuyen a la adaptación de la planta al ambiente, aunque, generalmente son prácticas basadas en la tradición y no en el conocimiento experimental (Agustí, 2014).

2.3.1. Requerimientos edafológicos

El ambiente edáfico condiciona el desarrollo vegetativo y reproductivo de los frutales (Rucks et al., 2004, Sánchez, 2007, Agustí,

2014), aunque en los durazneros, esta limitante se puede levantar dada la diversidad de portainjertos existentes (Cabrera y Rodríguez, 2014, Docampo y Silva, 2014).

Los suelos óptimos para el cultivo de durazneros son aquellos suelos arenosos profundos o francos, de buen drenaje superficial y subsuperficial (Schneider y Scarborough, 1961, Lamonarca, 1979, Docampo y Silva, 2014, Carrasco et al., 2017) y con alto tenor de materia orgánica (Agustí, 2014).

El pH del suelo óptimo para el desarrollo de los durazneros es entre 6,0 a 7,5 (Agustí, 2014, Docampo y Silva, 2014). Esta especie frutal es sensible a la caliza activa, toleran un 7 % de la misma en el perfil del suelo (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014, Docampo y Silva, 2014).

Los suelos muy arcillosos e impermeables dificultan el desarrollo de los árboles porque impiden el correcto desarrollo radicular (Agustí, 2014), e inclusive, en los durazneros se limita la sobrevivencia cuando se asocian a drenajes imperfectos, dado que es sensible a la anoxia radicular (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014, Cabrera y Rodríguez, 2014, Docampo y Silva, 2014, Zeballos et al., 2014, Carrasco et al., 2017).

La textura de los suelos arcillosos es muy fina, por lo que su espacio poroso se caracteriza por tener una mayor predominancia de microporos que de macroporos (Rucks et al., 2004, Carrasco et al., 2017). Esto tiene como consecuencia una alta retención de agua y una baja circulación de aire en el perfil del suelo (Pérez González, 1990, Rucks et al., 2004, Agustí, 2014, Cabrera y Rodríguez, 2014).

Los suelos arcillosos presentan una alta resistencia mecánica a la penetración de las raíces, por lo que los sistemas radiculares son poco densos, y consecuentemente, las plantas son de menor porte (Agustí, 2014). Cuando en los suelos arcillosos predominan las arcillas expansivas -tipo montmorillonita-, es más frecuente que ocurran rupturas en los sistemas radiculares por la acción de su expansión y contracción (Agustí, 2014, Uchôa et al., 2018). A su vez, los suelos arcillosos son más susceptibles a la compactación que los suelos de texturas medias o gruesas (Sánchez, 2007).

Es común el alomado o encanterado en suelos de baja permeabilidad, ya que esta práctica permite incrementar el drenaje externo del suelo (Zoppolo, 2014, Carrasco et al., 2017). A su vez, el alomado incrementa el desarrollo radicular por el aumento del volumen de suelo, mejora la aireación, estabiliza la temperatura y humedad, con la consecuente

mejora en la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces (Zeballos et al., 2014).

Hay que considerar que el encanterado no es un manejo que mejore la estructura del suelo, para ello es necesario realizar prácticas que mantengan el suelo siempre cubierto con materiales vegetales, incrementando así el contenido de materia orgánica del suelo y fomentando el desarrollo de la fauna edáfica (Docampo y Silva, 2014, Primavesi, 2016).

2.3.1.1. Sistema radicular

El sistema radicular de las especies frutales absorben y transportan agua y minerales (Sánchez, 2007), actúan de anclaje de la planta al suelo, acumulan y almacenan reservas (Calderón Alcaraz, 1986, Díaz Lageard, 2002, Agustí, 2014). A su vez, cumplen funciones metabólicas básicas como lo es la respiración, el crecimiento (Calderón Alcaraz, 1986, Díaz Lageard, 2002, Agustí, 2014) y la síntesis de fitoreguladores -giberelinas y citoquininas- (Gómez y Gómez, 2011).

Para el crecimiento de las raíces es necesario la disponibilidad de agua en el suelo (Díaz Lageard, 2002, Zeballos et al., 2014) y una temperatura entre 10,0 a 30,0 °C, el crecimiento se ralentiza e incluso se inhibe cuando las temperaturas se encuentran fuera de este rango (Agustí, 2014). Malcolm et al. (2014), determinaron que el mayor crecimiento de la planta de duraznero se da cuando la temperatura de la zona radicular se ubica entorno a los 21 °C.

Las raíces de los durazneros tienen dos períodos importantes de crecimiento, uno a inicios de la primavera y el segundo a fines del verano-inicio del otoño (Agustí, 2014); por lo que, cualquier estrés sufrido por la planta en estos períodos constituye una limitante en el desarrollo del cultivo (Díaz Lageard, 2002, Cabrera y Rodríguez, 2014).

La orientación, desarrollo, distribución y persistencia de las raíces depende de la genética, la estructura del suelo y las labores culturales que se realicen en el cultivo (Sánchez, 2007, Gómez y Gómez, 2011, Agustí, 2014).

Suelos con baja difusión de oxígeno -compactos o anegados- limitan el desarrollo de las raíces de los frutales (Sánchez, 2007), e incluso pueden ocasionar su muerte (Lamonarca, 1979, Rienzi y Maggi, 2007, Zoppolo, 2014, Zeballos et al., 2014).

El sistema radicular se puede clasificar según el diámetro de las raíces en: raíces cuando el diámetro es superior a 2 mm y raicillas cuando es menor o igual a 2 mm (Gómez y Gómez, 2011, Zeballos et al., 2014). El desarrollo de las raicillas es muy sensible al manejo del suelo que se realice (Gómez y Gómez, 2011).

En particular, las raíces de durazneros sobre suelos arcillosos, concentran su desarrollo en los primeros 30 cm de profundidad (cuadro 3) (Weller et al., 1985, Díaz Lageard, 2002, Docampo y Silva, 2014, Cabrera y Rodríguez, 2014), mientras que en suelos francos, el sistema radicular del duraznero se extiende a más del doble de la proyección de la copa (Gómez y Gómez, 2011, Gordó, 2012).

En altas densidades de plantación, se infiere que el sistema radicular de las plantas de durazneros se confina a un espacio similar a la proyección de la copa, dado que las raíces de esta especie son sensibles a las de la misma (Díaz Lageard, 2002, Gómez y Gómez, 2011), e incluso a la de otras especies (Gordó, 2012).

Cuadro 3. Peso seco de raíces y proporción de raicillas en las filas de durazneros según la profundidad.

Profundidad (cm)	Peso seco de raíces (g MS*L de suelo⁻¹)	Proporción de raicillas (%)
10 – 25	1,9	25,4
25 – 40	2,1	4,2
40 – 55	1,3	5,5

Fuente: adaptado de De Lucca, citado por Zeballos et al. (2014).

2.3.2. Requerimientos climáticos

La temperatura es el factor ambiental más complejo de la ecofisiología de las especies frutales, dado que interviene en todos los procesos fisiológicos y metabólicos (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014).

El duraznero posee una temperatura óptima de crecimiento de 17,0 a 30,0 °C, mientras que en el reposo invernal tolera temperaturas de -15,0 a -20,0 °C, y para salir del mismo, requiere acumular -según la variedad- entre 100 a 1.100 HF (Gariglio et al., 2007).

La acumulación de frío en los frutales de hoja caduca es un factor decisivo en la adaptación de la especie al ambiente, por lo que, cuando no ocurre una adecuada acumulación, la brotación y floración es des-uniforme,

teniendo un impacto negativo en el cuaje de la fruta (Schneider y Scarborough, 1961, Lamonarca, 1979, Calderón Alcaraz, 1986, Gariglio et al., 2007, Valentini, 2012, Agustí, 2014).

La dormición en los frutales de carozo, ocurre principalmente por el descenso de las temperaturas (Gariglio et al., 2007). Se considera que el fotoperíodo -duración del día-, tiene un efecto menor en la entrada de la dormición (Gariglio et al., 2007).

En los durazneros, la radiación incidente es esencial para el cambio de color, tamaño, concentración de azúcares y consistencia del fruto (Gariglio et al., 2007, Soria y Pisano, 2014). A su vez, la inducción y diferenciación floral disminuye en zonas que la intensidad de radiación es menor a la radiación incidente (Lamonarca, 1979, Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014). Por lo que, prácticas de manejo como la poda invernal y estival, cobran relevancia para obtener rendimientos estables a través de los años y con frutas de calidad comercial (Agustí, 2014, Valentini, 2012, Soria y Pisano, 2014).

2.3.2.1. Necesidades hídricas

El duraznero es una especie sensible a las sequías y debe ser cultivado con riego si la precipitación anual es de 500 mm o menos (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014).

Según Morales Molina (2010), en Uruguay es conveniente que la producción de duraznos se realice bajo riego, ya que si bien la precipitación promedio anual es de 1.200 mm, su distribución es variable con la ocurrencia de períodos de déficit hídrico. A su vez, en la región se constata un incremento en la ocurrencia de períodos de déficit y exceso hídrico (Giménez y Lanfranco, citados por Alliaume Molfino, 2016).

En árboles frutales, es necesario mantener un adecuado balance hídrico para obtener frutas de calidad (Gariglio et al., 2007, Agustí, 2014, Antúnez y Felmer, 2017). Según Gariglio et al. (2007), el déficit hídrico moderado previo al endurecimiento del carozo de duraznero (fase II) no afecta el tamaño final de la fruta, aunque sí se afecta el tamaño final cuando el déficit se mantiene luego de iniciada la etapa de expansión celular (fase III).

En Uruguay, en montes de durazneros con riego se logra un incremento del rendimiento de fruta frente a montes en secano, explicado por

un mayor número de frutas y por un mayor tamaño de las mismas (Morales Molina, 2010, García et al., 2014).

Se debe considerar que, los árboles frutales con una adecuada carga de frutos son más eficientes en el consumo de agua, frente aquellos de follaje denso y poca carga de frutos, dado que estos últimos transpiran más y tienen una menor tasa fotosintética (Gariglio et al., 2007).

2.3.3. Características del portainjerto ‘Nemaguard’

Los montes que fueron objeto de estudio tienen como portainjerto el ‘Nemaguard’. Este portainjerto es un híbrido entre *Prunus persica* x *Prunus davidiana*, seleccionado en California en 1959 (Cabrera y Rodríguez, 2014).

Se caracteriza como medianamente productivo, dado que sobre suelos arcillosos confiere un menor calibre de fruta y posee un requerimiento en horas de frío (HF) medio a alto (825 HF) (Cabrera y Rodríguez, 2014). Se destaca su cierto grado de tolerancia frente a algunos nematodos fitófagos (Cabrera y Rodríguez, 2014).

En Salto se llevó adelante una evaluación en la variedad ‘EarliGrande’ sobre este portainjerto, el ‘Nemaguard’ se destacó en la calidad de fruto y el rendimiento acumulado de unos 42.000 kg*ha⁻¹ en las primeras cuatro cosechas (Cabrera y Rodríguez, 2014).

En el Centro Regional Sur de la Fago se evaluó el crecimiento de la variedad ‘Dixiland’ sobre distintos portainjertos (cuadro 4). En esta evaluación se obtuvieron sobre ‘Nemaguard’, rendimientos, peso medio y sobrecolor de frutos aceptables, no existiendo diferencias significativas con los otros dos portainjertos más productivos (cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento, peso promedio de fruto y sobrecolor de duraznos ‘Dixiland’ sobre diversos portainjertos en la zafra 2009-2010.

Portainjerto	Rendimiento (kg*ha⁻¹)	Peso medio de fruto (g)	Sobrecolor (%)
‘Nemaguard’	17.731	182	31,5
‘Pavía Moscatel’	17.920	202	29,2
‘Penta’	16.487	207	32,8

Fuente: adaptado de Cata, citado por Cabrera y Rodríguez (2014).

2.3.4. Características de la variedad 'Dixiland'

La variedad de duraznos 'Dixiland' proviene del mejoramiento genético de durazneros de los años 1945-1962 en los Estados Unidos, siendo liberada en Uruguay en el año 1991 en la Estación Experimental INIA Las Brujas (Soria y Pisano, 2014).

En el año 2020 en Uruguay, la variedad 'Dixiland' ocupaba 164 ha (14,6 % de la superficie total de durazneros), con una densidad de 906 plantas*ha⁻¹ y un rendimiento de 10.800 kg*ha⁻¹ (MGAP. DIEA, 2020). Según Soria y Pisano (2014), esta variedad tiene un potencial de cosecha de 20.000 kg*ha⁻¹, en las condiciones edafo-climáticas del sur del Uruguay.

La planta de 'Dixiland' es una planta vigorosa (Valentini, 2012), por lo que para obtener altos rendimientos y de calidad, requiere de un buen manejo de la poda estival e invernal y un adecuado raleo de frutos (Soria y Pisano, 2014).

Esta variedad posee un requerimiento medio de frío, ya que necesita de 564 HF para salir del reposo invernal (Valentini, 2012). En el INIA Las Brujas, el 'Dixiland' se encuentra en plena floración entorno al 15 de setiembre, su fruta se cosecha desde el 20 al 30 de enero -variedad de estación- (Soria y Pisano, 2014).

El durazno 'Dixiland' tiene una forma redonda-ovada, de gran tamaño (160 – 180 g), con un color de fondo amarillo-anaranjado, a plena iluminación se logra al menos un 60 % de sobrecolor rojo, su pilosidad es media a larga (Valentini, 2012, Soria y Pisano, 2014). Es una fruta prisca -de carozo libre-atractiva, jugosa, de pulpa firme amarillo-anaranjada teñida de rojo contra el carozo -en su madurez organoléptica- (Valentini, 2012, Soria y Pisano, 2014).

Según Soria y Pisano (2014), la fruta de 'Dixiland' es apta para el mercado de consumo en fresco. Mientras que, en la zona de Colonia Valdense, los productores de duraznos destinan gran parte de la producción comercial de 'Dixiland' a la industria de las mermeladas y en menor medida al consumo en fresco.

Las industrias de mermeladas de la zona de Colonia Valdense, utilizan esta variedad por su calidad organoléptica y fecha de cosecha. Para la zafra 2020-2021, las exigencias de la industria de mermeladas a la que remitieron fruta los Productores 1 y 2 eran: duraznos de la variedad 'Dixiland' con un calibre igual o superior a los 60 mm, color de fondo verde virando al

amarillo, sobrecolor amarillo-anaranjado y la pulpa con un contenido de sólidos solubles de 8,5 °Brix¹.

2.4. VEGETACIÓN HERBÁCEA ASOCIADA A LOS MONTES FRUTALES

La implantación de coberturas vegetales en las entrefilas de montes frutales, se realizan con el fin de mejorar la circulación de la maquinaria y disminuir los efectos de compactación (Peñalva y Calegari, 1999, Aruani et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Docampo y Silva, 2014, Primavesi, 2016, Fruitos et al., 2019, Mia et al., 2020b).

2.4.1. Rol de la diversidad vegetal

Los ecosistemas de por sí son diversos, este fenómeno se da porque las especies se complementan, logrando de esta forma adaptarse al ambiente que habitan (Aguiar, 2006, Zoppolo, 2014). En un ecosistema, es imposible encontrar una especie aislada (Aguiar, 2006). Por esto, resulta imprescindible el considerar a los sistemas productivos como agroecosistemas, es decir, sistemas agropecuarios que, en cierto grado imiten al ecosistema en el que se desarrollan -ciclado de nutrientes, regulación de poblaciones de artrópodos- (Zoppolo, 2014) y que las prácticas sean similares a los procesos ecológicos (Calderón Alcaraz, 1986, Primavesi, 2016).

La implementación de las coberturas vegetales diversas en los montes frutales contribuyen al equilibrio y a la resiliencia del sistema productivo (Rufato et al., 2007, Zoppolo, 2014, Flores et al., 2019, Mia et al., 2020a), disminuyendo los costos e incrementando los ingresos por la mejora en la calidad de la fruta (Peñalva y Calegari, 1999, Rufato et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Fruitos et al., 2019).

Las gramíneas y leguminosas son familias esenciales en la composición de la cobertura vegetal, dado que estas familias contribuyen de forma sustancial al incremento de la fauna edáfica, de los nutrientes -en especial del nitrógeno- y de la materia orgánica del suelo (Schneider y Scarborough, 1961, Aruani et al., 2006, Zoppolo et al., 2011, Docampo y Silva, 2014, Zoppolo, 2014).

En general, las coberturas vegetales contribuyen a la mejora de las siguientes propiedades del suelo:

1 Fajardo, J. 2020. Com. personal.

- **biológicas:** se incrementan los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Calderón Alcaraz, 1986, Gómez y Gómez, 2011, Zoppolo et al., 2011, Fruitos et al., 2019), disminuyen la presión de malezas (Schneider y Scarborough, 1961, Stefanelli et al., 2009, Docampo y Silva, 2014, Primavesi, 2016, Mia et al., 2020b);
- **físicas:** estabiliza los agregados disminuyendo el riesgo de erosión (Rucks et al., 2004, Zoppolo, 2017), mejora la circulación de agua y aire (Schneider y Scarborough, 1961, Rufato et al., 2007, Gómez y Gómez, 2011), se incrementa la disponibilidad de agua por una menor evaporación y descompacta el suelo (Peñalva y Calegari, 1999, Aruani et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Primavesi, 2016, Fruitos et al., 2019);
- **químicas:** por el aporte de materia orgánica se incrementa la fertilidad natural -especialmente de los nutrientes: calcio, fósforo, magnesio y nitrógeno- (Aruani et al., 2006, Docampo y Silva, 2014) y del pH -se torna moderadamente ácido- (Peñalva y Calegari, 1999, Rienzi y Maggi, 2007, Primavesi, 2016).

A su vez, las coberturas vegetales incrementan la población de enemigos naturales de plagas (EENN), para ello, se recomienda una baja frecuencia de cortes y la implantación de -además de gramíneas y leguminosas-, asteráceas y umbelíferas (Rondoni et al., 2015, Valle et al., 2016).

El incremento de EENN es favorecido porque las coberturas vegetales brindan estructuras de refugio, alimento con el polen y presas alternativas, (Zoppolo, 2014, Rondoni et al., 2015, Valle et al., 2016, Fruitos et al., 2019, Mazzitelli et al., 2019).

2.4.2. Importancia del control de la vegetación espontánea en la fila

El control de la vegetación espontánea en las filas (VEF), tiene por objetivo la disminución de la competencia interespecífica. Según Aguiar (2006), la competencia conlleva a una influencia negativa entre dos o más comunidades -en este caso, durazneros con otras especies vegetales- que compiten por un mismo recurso -suelo, nutrientes, agua, luz- en un lugar y tiempo determinado.

Cuando los árboles frutales están desarrollados, sostienen una competencia asimétrica por luz con la vegetación herbácea, dado que ocupan el estrato superior (Aguiar, 2006).

Es necesario comprender el concepto de habilidad competitiva, que refiere a la máxima utilización de un recurso por un individuo, entonces, por concepto, una especie no puede maximizar la utilización de dos recursos a la vez (Aguar, 2006).

El objetivo del control de la VEF es asegurar la mínima competencia con el cultivo para obtener una cosecha de calidad (Rienzi y Maggi 2007, Constantino 2012), sin que ello implique la pérdida de biodiversidad (González y Amma, 2012, Mia et al., 2020b).

Se mencionan los criterios generales por los que se rige el control de la VEF:

- **edad de la plantación:** las plantas frutales en sus inicios tienen un desarrollo radicular limitado y un menor porte -agravado cuando se combina portainjerto/variedad desvigorizante-, por lo que se acrecienta la competencia por los recursos edáficos y luz -por la inexistencia de competencia asimétrica- (Schneider y Scarborough, 1961, Lamonarca, 1979, Pérez González, 1990, Rienzi y Maggi, 2007, Constantino, 2012, González y Amma, 2012, Docampo y Silva, 2014, Mia et al., 2020b);
- **momento de control:** en frutales de hoja caduca, el período de control debe estar centrado en la época estival y se rige por el intervalo de tiempo entre los dos picos de crecimiento de las raíces -mediados de primavera e inicios del otoño-, dado que en este período es que el árbol tiene las tasas metabólicas más altas (Schneider y Scarborough, 1961, Rienzi y Maggi, 2007, Mia et al., 2020b), esta situación se acrecienta en duraznero por las características de su sistema radicular y por su menor habilidad competitiva con las herbáceas por los recursos edáficos (Calderón Alcaraz, 1986, González y Amma, 2012);
- **espacio de control:** el lugar crítico para el control de la VEF es la fila, debajo de la copa del cultivo (Rienzi y Maggi, 2007, González y Amma, 2012), este espacio -centrado en la fila- varía dependiendo de la especie frutal desde los 0,6 m hasta los 2,0 m (Mia et al., 2020b) (ver figura 6);
- **especies que componen la VEF:** en el control de la VEF cobran mayor relevancia las especies vegetales perennes que las anuales, dado que el control de las primeras es más difícil y requiere de un plan

de manejo de largo plazo (Schneider y Scarborough, 1961, Calderón Alcaraz, 1986, Pérez González, 1990, Rienzi y Maggi, 2007, Zeballos et al., 2014, Zoppolo, 2014, Mia et al., 2020b);

- **especie frutal:** se ha demostrado en montes de durazneros, manzanos y vides, que el no control de la VEF puede acarrear beneficios en la disminución de la incidencia de enfermedades y plagas, sin afectar el rendimiento y calidad de la fruta (Peñalva y Calegari, 1999, Rienzi y Maggi, 2007, Stefanelli et al., 2009, Coniberti et al., 2014, Fruitos et al., 2019);
- **ideología del productor:** este criterio es el fundamental (Mia et al., 2020b), ya que trae aparejado implícitamente el conocimiento científico-popular (Fruitos et al., 2019).

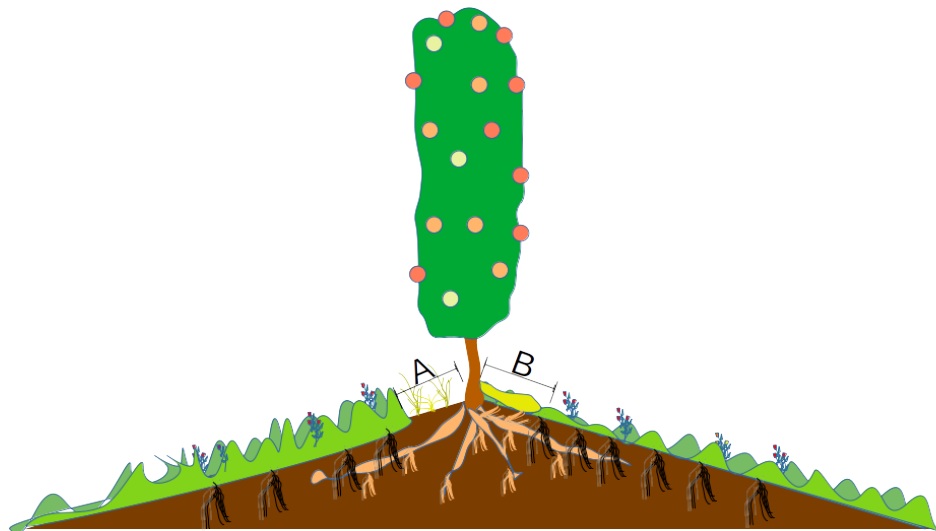


Figura 6. Representación del control de la VEF. A. Control químico. B. Control con mulch.

En relación al cuarto criterio desarrollado anteriormente (especies que componen la VEF), cobra relevancia el control de la gramilla (*Cynodon dactylon*). Es conocido el efecto supresor de esta gramínea perenne sobre el duraznero y otros frutales (Zeballos et al., 2014), la misma produce ácidos fenólicos y cianogénicos a nivel radicular -sustancias alelopáticas- que limitan el desarrollo de otras raíces (Weller et al., 1985, Zoppolo, 2014).

Según Weller et al. (1985), cuando la cobertura del suelo en duraznero tiene una abundancia de 75 a 100 % de gramilla, se constata un sistema radicular superficial (concentrado en los primeros 15 cm), anómalo,

decolorado -al igual que la base del tronco-, provocando una reducción del tamaño de la copa y de los rendimientos de fruta.

En el marco del cuarto criterio, cabe mencionar que en Uruguay los productores frutícolas también le dan relevancia al control de las crucíferas (rábano -*Raphanus raphanistrum*-, mostacilla -*Brassica campestris*-).

En relación a esta familia de herbáceas, Rufato et al. (2006, 2007) estudiaron el efecto de una cobertura compuesta por nabo forrajero (*R. sativus* var. *oleiferus*), en el que constataron una disminución del vigor de la planta, pero no una pérdida de rendimiento ni de calidad de fruta. Este impacto en el desarrollo vegetativo se le atribuye al efecto alelopático de las crucíferas, dado que éstas liberan glucosinatos -glucósidos ricos en azufre- que limitan el desarrollo radicular de otras especies (Rufato et al., 2006, 2007).

Según las características del sistema productivo, con el fin de disminuir los costos del control de la VEF y obtener un rédito económico en los primeros años del monte frutal, se pueden realizar cultivos hortícolas en las filas de los frutales (Schneider y Scarborough, 1961, Lamona, 1979), silvopastoreo y/o confección de reservas para animales (Rienzi y Maggi, 2007).

Cabe destacar que todos los controles de la VEF tienen un impacto sobre el sistema radicular del frutal (Gómez y Gómez, 2011, González y Amma, 2012). En cualquier situación, el control de la VEF mediante el laboreo se debe evitar porque genera daños en la planta (Sánchez, 2007, Docampo y Silva, 2014), rompe los agregados del suelo, provoca una alta pérdida de materia orgánica por oxidación, genera compactación subsuperficial, incrementa el riesgo de erosión (Peñalva y Calegari, 1999, Stefanelli et al., 2009, Constantino, 2012, González y Amma, 2012, Agustí, 2014, Alliaume Molfino, 2016), incrementa la pérdida de nutrientes; obteniendo en el largo plazo un impacto negativo en la producción de frutas (Schneider y Scarborough, 1961, Aruani et al., 2006, Gómez y Gómez, 2011, Mia et al., 2020a, 2020b).

Los efectos negativos del control con laboreo son contrarrestados cuando se utiliza la metodología del 'sánduche suizo', que consiste en cubrir el laboreo realizado para controlar la VEF con el corte de la cobertura vegetal de la entrefila (Stefanelli et al., 2009, Zoppolo et al., 2011).

Existen otros sistemas de control de la VEF, tales como los robotizados y de agua a alta presión, respecto de los cuales, según Mia et al. (2020b) se requiere de más investigación para conocer sus impactos.

2.4.2.1. Control químico

El control químico de las plantas consiste en el uso de productos de síntesis química -herbicidas- que causan la muerte o la detención del crecimiento de las plantas, por el colapso de organelos, células y tejidos ó por distorsionar vías metabólicas de relevancia.

El uso de herbicidas en la producción agropecuaria y afines -control de la vegetación en banquinas, parques públicos y privados-, comenzó hace al menos 75 años (Carson, 2010). Lamomarca (1979) asegura que el control químico es el método de control de la VEF más efectivo. Taberner (2013), menciona que los métodos de control de la vegetación alternativos al herbicida logran una eficiencia de solamente el 80 %, en comparación con dichas sustancias.

La problemática actual de los herbicidas en la producción agropecuaria convencional, es la resistencia de algunas poblaciones vegetales a éstas sustancias químicas (Fischer, 2013, Taberner, 2013, Mia et al., 2020b). La resistencia es el resultado de la presión de selección que el ser humano realiza sobre las poblaciones de animales y plantas (Carson, 2010, Fischer, 2013, Primavesi, 2016).

De acuerdo con Taberner (2013), es preferible evitar la aparición de resistencia a herbicidas, que manejar poblaciones resistentes. Para ello, se recomienda:

- **combinar estrategias de control:** logrando la máxima efectividad de control de la vegetación (Pérez González, 1990, Taberner, 2013, Mia et al., 2020a);
- **realizar “manchoneo”:** que consiste en el control de la vegetación en focos -donde exista una alta abundancia- y no de forma generalizada en el predio o cuadro (Pérez González, 1990, Fischer, 2013);
- **rotación y mezcla de principios activos:** refiere al uso de diferentes principios activos dentro y entre las zafras, y a la utilización de mezclas de herbicidas en la aplicación (Mia et al., 2020a), considerando que los herbicidas utilizados deben ser efectivos para la vegetación objetivo y de similar persistencia (Fischer, 2013). Cuando

se realizan mezclas de herbicidas, cada herbicida debe utilizarse a la dosis recomendada.

El herbicida para el control de la VEF tiene como ventaja -en comparación con el laboreo-, el incremento de la densidad radicular de los frutales en la superficie del suelo, mejorando la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Gómez y Gómez, 2011, González y Amma, 2012). A su vez, el herbicida es una herramienta que se adapta a la plantación de frutales en alta densidad (González y Amma, 2012).

Según los autores Gómez y Gómez (2011) y González y Amma (2012), los herbicidas no impactan de forma negativa en las propiedades físicas del suelo, mientras que, Agustí (2014) y Primavesi (2016) aseguran que los herbicidas provocan el encostramiento superficial del suelo, afectando la permeabilidad del mismo. Es conocido el impacto negativo de los herbicidas en la fauna benéfica del suelo (Gómez y Gómez, 2011, Zoppolo et al., 2011, González y Amma, 2012), en la disminución de la fertilidad y en el incremento de la acidez del mismo (Carson, 2010, Primavesi, 2016, Mia et al., 2020b).

En fruticultura, hay investigaciones que reportan un impacto negativo en el cultivo por parte de los herbicidas utilizados para el control de la VEF. En vid, Coniberti et al. (2014) encontraron una mayor incidencia de botrytis en uvas frente al no control de la VEF. Mientras que, Mia et al. (2020a) obtuvieron manzanas con una menor firmeza y duraznos con un menor contenido de sólidos solubles totales, en comparación con el corte de la VEF como método de control.

En durazneros, Gómez, citado por Peñalva y Calegari (1999), cosechó una mayor proporción de duraznos de descarte y obtuvo un rendimiento intermedio cuando aplicó herbicidas para controlar la VEF, en comparación con el mulch (ver T1 del cuadro 5).

Cuadro 5. Producción de duraznos bajo dos manejos de la fila y de la entrefila.

Tratamiento	Rendimiento (kg*ha ⁻¹)			Descarte (%)
	Comercial	Descarte	TOTAL	
T1	7.756	3.982	11.648	33,9
T2	6.311	2.989	9.299	32,1
T3	10.203	4.337	14.539	29,8

T1: avena negra (AvN) en la entrefila con corte y herbicida en la fila; **T2:** cobertura total con AvN con corte en la entrefila y mulch en la fila; **T3:** igual manejo que T2 pero AvN consociada con vicia.

Fuente: adaptado de Gómez, citado por Peñalva y Calegari (1999).

2.4.2.2. Mulch como método de control

El mulch es la denominación que se le da a un material -orgánico o sintético- colocado sobre el suelo de forma permanente o temporal, y que, por su constitución física controla la vegetación tras bloquear la llegada de luz al suelo y a la vegetación, limitando la germinación y la fotosíntesis, respectivamente (González y Amma, 2012, Flores et al., 2019, Mia et al., 2020b). Sánchez (2007) y Uchôa et al. (2018), afirman que es más eficiente el mulch controlando la VEF, que el laboreo o lanzallamas.

Los mulch orgánicos al descomponerse pueden tener un efecto alelopático sobre alguna especie vegetal (Peñalva y Calegari, 1999, Zoppolo, 2014, Primavesi, 2016).

El uso de fibras sintéticas como mulch (FSM) son efectivas en el control de la VEF (Mia et al., 2020b), especialmente en las primeras etapas del monte frutal (Flores et al., 2019). Las FSM tienen el inconveniente que deben ser retiradas al perder efectividad, ya que no se incorporan al suelo (Sánchez, 2007, Gilsanz, 2017).

La FSM de nailon blanco refracta la luz solar, incrementando la incidencia de la misma en la planta y disminuye la temperatura del suelo, mientras que, la FSM de nailon negro controla mejor la vegetación, pero incrementa la temperatura en el suelo (Gilsanz, 2017, Mia et al., 2020b).

La mayoría de las FSM tienen la característica de ser impermeables, por lo que es necesario el riego, la fertirrigación y la fertilización foliar del monte para mantener un adecuado balance hídrico y nutricional de las plantas (Flores et al., 2019, Mia et al., 2020b). Una limitante en el largo plazo

en el uso de FSM, en especial con riego por goteo con aguas salobres, es el incremento en la conductividad eléctrica del suelo (Flores et al., 2019).

El mulch de cobertura vegetal (MCV), es un mulch orgánico que se constituye generalmente por chip de madera y/o el corte de herbáceas, tanto frescas como secas. El MCV -además de controlar la vegetación espontánea-, tiene un impacto positivo en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, que se detallan a continuación:

- **biológicas:** incrementa la población de artrópodos, lombrices y microorganismos por el aporte de residuos vegetales (Stefanelli et al., 2009, Gómez y Gómez, 2011, Docampo y Silva, 2014, Alliaume Molfino, 2016, Primavesi, 2016) y la de nematodos bacteriófagos en el suelo (Zoppolo et al., 2011);
- **físicas:** reduce la erosión del suelo por su cobertura, mejora la estabilidad e incrementa su permeabilidad (Schneider y Scarborough, 1961, Zoppolo et al., 2011), disminuye la variación de la temperatura en la zona radicular (Stefanelli et al., 2009, Gilsanz, 2017), reduce la evapotranspiración (Gariglio et al., 2007, Gómez y Gómez, 2011, Malcolm et al., 2014, Mia et al., 2020b), incrementa el almacenaje de agua en el suelo (Docampo y Silva, 2014, Alliaume Molfino, 2016, Primavesi, 2016, Uchôa et al., 2018) y disminuye la compactación (Flores et al., 2019);
- **químicas:** incremento de la materia orgánica y de nutrientes -principalmente nitrógeno- (Schneider y Scarborough, 1961, Stefanelli et al., 2009, Gómez y Gómez 2011, Zoppolo et al., 2011, Primavesi 2016, Gilsanz 2017, Flores et al., 2019, Mia et al., 2020b).

Respecto al incremento de nitrógeno (N) en el suelo, es dependiente de la relación carbono:nitrógeno (C:N) del MCV. Si la C:N es alta (>35), ocurre la inmovilización del N por parte de los microorganismos del suelo, limitando la disponibilidad del mismo para el cultivo (Stefanelli et al., 2009, González y Amma, 2012, Flores et al., 2019), como consecuencia, disminuye el rendimiento (Peñalva y Calegari, 1999) (ver T2 del cuadro 5).

Peñalva y Calegari (1999) y Alliaume Molfino (2016) mencionan que la indisponibilidad de N es temporal, sugieren que mediante el uso permanente de MCV se incrementaría el contenido de este nutriente en el suelo. Cabe destacar que Stefanelli et al. (2009) y Zoppolo et al. (2011),

obtuvieron un incremento del N foliar y del contenido de N en el suelo en un monte de manzanas con MCV de fardos de alfalfa (*Medicago sativa*).

Las mejoras en el suelo no son el único efecto positivo de los MCV, sino que también se reportan mejoras en los cultivos respecto a otros métodos de control de la VEF. En arándanos, Gariglio et al. (2007), encontraron un incremento en las tasas de crecimiento. Mientras que, en durazneros se incrementa el desarrollo radicular (Gómez y Gómez, 2011, Mia et al., 2020b), se obtiene un mayor crecimiento de los árboles (Flores et al., 2019) y un aumento en el rendimiento de frutas con calidad comercial (cuadro 5) (Peñalva y Calegari, 1999, Malcolm et al., 2014). Por otra parte, en manzanos, Sánchez (2007), obtuvo un mejor desempeño de los árboles a pesar de estar implantados en un suelo con limitaciones físicas. Por último, según Zoppolo et al. (2011), en frutales en general se obtiene una mejora en la calidad de la fruta y un incremento de artrópodos benéficos.

El MCV es un método efectivo de control de la VEF en el corto plazo (Schneider y Scarborough, 1961, Zoppolo et al., 2011, Docampo y Silva, 2014), no siendo efectivo en el control de las perennes (Stefanelli et al., 2009, Mia et al., 2020b); es por esto que, el MCV no se recomienda en montes recién implantados (González y Amma, 2012, Flores et al., 2019).

En parte, el éxito del control de la VEF con el MCV es dependiente de la C:N y del espesor del mulch. La relación C:N deberá estar entorno a 25-35 para evitar una rápida descomposición y una alta inmovilización de N (ver T3 del cuadro 5). En cuanto al espesor, González y Amma (2012), sugieren que sea de 20-30 cm, mientras que, Mia et al. (2020b), mencionan que es suficiente con 10 cm.

De acuerdo con Rufato et al. (2006), existe la necesidad de disminuir el uso de insumos externos al predio, para así incrementar la sostenibilidad del mismo. En esta línea, Docampo y Silva (2014), proponen la utilización del corte de la cobertura vegetal de las entrefilas como MCV en las filas; Flores et al. (2019) y Mia et al. (2020b), sugieren la utilización de chip de madera como MCV cuando éste se encuentra disponible en las cercanías del predio. Cuando se optan por FSM, se pueden reutilizar los nylon que son desechados de los acopios de forraje y granos (Flores et al., 2019).

Por último, el mulch es una herramienta de control de la VEF que se puede combinar con otras como: el laboreo, herbicidas (González y Amma, 2012), y quizás también, con el agua a alta presión, el corte de pasto en la fila o los sistemas robotizados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MONTES DE DURAZNEROS

Para llevar adelante este estudio se seleccionaron dos predios que se ubican al sureste del departamento de Colonia, en la zona de Colonia Valdense (ver anexo 2. OSM, 2022). Ambos predios tienen en común que están integrados en el Manejo Regional de Plagas (Fagro-INIA-MGAP), cuentan con el asesoramiento técnico de la Sociedad de Fomento Rural de Colonia Valdense (SOFOVAL) y que los productores concurren a diversas capacitaciones.

Los montes frutales de estos productores se caracterizan por ser durazneros de la variedad 'Dixiland' con portainjerto 'Nemaguard', conducidos en muro frutal a alta densidad y las filas con orientación noreste.

El Productor 1 (P1) implantó el monte en el invierno del año 2017 sobre una pradera polifítica, previo a la implantación realizó un subsolado en el sentido de las filas para descompactar el suelo. El muro frutal se constituye por plantas con dos líderes conducidos en el sentido de la fila. El marco de plantación es de 4,0 m entre filas y 2,5 m entre plantas, logrando una densidad de 1.000 plantas*ha⁻¹. Luego de implantado el monte, el P1 sembró festuca (*Festuca arundinacea*) como cobertura vegetal de la entrefila. El manejo sanitario se basa en fungicidas e insecticidas, complementado con la confusión sexual para grafolita (*Grapholita molesta*), trampeo masivo para moscas de la fruta (*Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*) y la recolección de frutas para la podredumbre morena (*Monilinia* sp.).

El Productor 2 (P2) implantó el monte en el invierno del año 2016 sobre una pradera de alfalfa. El muro frutal lo conformó con tres líderes por planta, también conducidos en el sentido de las filas. La densidad es de 1.143 plantas*ha⁻¹, con un marco de plantación de 3,5 m entre filas y 2,5 m entre plantas. La cobertura vegetal de la entrefila se constituye por la flora espontánea. El manejo sanitario se basa en fungicidas e insecticidas, complementado con la confusión sexual para grafolita (*G. molesta*) y la recolección de frutas para la podredumbre morena (*Monilinia* sp.).

3.2. PERÍODO DE OBSERVACIÓN Y LOS MANEJOS REALIZADOS

Se realizó un estudio observacional -estadística descriptiva- en parcelas de observación (figura 7), debido a que no se pudo plantear un diseño experimental. Las parcelas de observación se componían de siete filas por manejo, las dos filas externas se utilizaron como "filas borde" de

manejo, mientras que, en las cinco internas se llevaron adelante las mediciones de los parámetros evaluados (figura 7).

La comparación de medias de todas las observaciones fue mediante la utilización del programa estadístico Rstudio con el paquete básico t.test y un p-valor=0,05 (Venables et al., 2021), este análisis se realizó únicamente para el monte bajo los manejos de mulch (M) y mulch con herbicida (M+CQ) (predio del P1).

El período de observación fue de un ciclo productivo, desde julio del 2020 hasta julio del 2021. Se observaron los manejos de M y M+CQ en el predio del P1, y el de control químico (CQ) en el predio del P2.

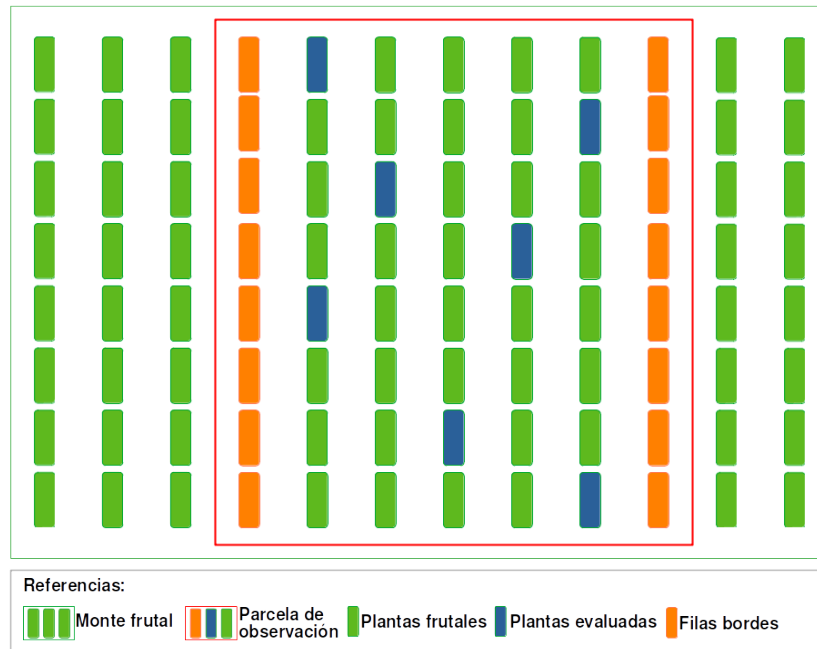


Figura 7. Diagrama de una parcela de observación inserta en un monte frutal.

Los productores utilizaban los herbicidas como control de la VEF, aunque el P1 lo combinaba con mulch y el P2 se encontraba adoptando este manejo. Es por esto que, se evaluó de forma separada el mulch orgánico y el control químico como estrategias de control de la VEF.

3.2.1. Mulch orgánico (M)

El mulch orgánico (M) consistió en el control de la VEF mediante el uso de MCV (ver capítulo 2.4.2.2. Mulch como método de control).

En los predios bajo estudio se utiliza el corte de la biomasa de las entrefilas de los montes frutícolas como MCV (Docampo y Silva, 2014). Para esto, los productores han modificado sus rotativas de tal forma que, el corte de la vegetación de la entrefila queda en las filas -debajo de las plantas de durazneros-, generando un ancho de control similar al control químico (ver figura 6.B.).

La parcela de observación del M se insertó en un monte, ubicado en el predio del P1. La aplicación de herbicidas era el único manejo que el P1 no realizaba en la parcela de observación bajo el M.

3.2.2. Mulch orgánico y control químico (M+CQ)

El mulch y control químico (M+CQ), es la combinación del control de la VEF mediante herbicidas y MCV.

En la zafra 2020 – 2021, bajo el M+CQ el P1 realizó tres aplicaciones con diferentes herbicidas y a distintas dosis por hectárea (ver anexo 3). La banda de control con herbicida sobre las filas de durazneros es de 0,6 m de ancho (ver figura 6.A.).

La parcela de observación del M+CQ es contigua a la del M, el P1 realizaba el mismo manejo en la parcela de observación del M+CQ, que en el resto del monte.

3.2.3. Control químico (CQ)

El control químico (CQ), se caracteriza por utilizar únicamente herbicidas como estrategia de control de la VEF. La parcela de observación del CQ, se ubicaba en el predio del P2.

En el CQ, para la zafra 2020 – 2021, el P2 realizó cinco aplicaciones con herbicidas (ver anexo 4). La banda de control con herbicida sobre las filas de durazneros es de 1 m de ancho, 0,5 m desde la fila hacia la entrefila (ver figura 6.A.).

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

Se comprobó a campo el tipo de suelo en cada predio mediante la descripción del perfil, previamente se realizó el estudio de gabinete (ver capítulo 2.1. CARACTERIZACIÓN EDAFO-CLIMÁTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO).

El estudio de gabinete se llevó adelante con la geolocalización de los predios en el programa QGIS (QGIS Project, 2022) con base en el mapa

digital predeterminado (OSM, s.f.), se le añadió a la base de datos los mapas digitales de: Mapa geológico de la R.O. del Uruguay (MIEM. DNMG, 2017), Cartografía CONEAT (MGAP. WMS, s.f.), Carta de reconocimiento de suelos: Departamento de Colonia (MGAP. DGRNR, 1998).

El perfil de suelo en cada predio se realizó con un taladro holandés, en una zona imperturbada y próxima a los montes frutales. La descripción de los horizontes del perfil del suelo se realizó según Kaplán et al. (2015), la hoja 7,5 YR Munsell Color (2013) y ácido cítrico -limón-.

En el predio del P1 se realizó el perfil del suelo en una divisoria de aguas con pendiente de 1 % sobre una pradera -contigua al monte-, el relieve general es una llanura suavemente ondulada con una pendiente de 3 %, el drenaje externo moderado sin posibilidades de inundación y con un ligero grado de erosión.

Mientras que el perfil de suelo del P2 se realizó en una zona similar al perfil del P1 -divisoria, 1 % de pendiente, sobre una pradera-, el relieve general es de una llanura ondulada con pendientes de 5 %, el drenaje externo moderado sin posibilidades de inundación y erosión ligera.

3.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

En cada parcela de observación se realizó diferentes mediciones para evaluar las variables biofísicas que se describen a continuación.

3.4.1. Densidad aparente del suelo(DAp)

La DAp es el cociente entre el peso en seco del suelo y el volumen ocupado en fresco (ecuación 1) (García y Kaplan, 1974, Rucks et al., 2004).

Para determinar la DAp, se realizó el procedimiento del anillo con saturación en el laboratorio (García y Kaplan, 1974). Este método consiste en el uso de anillos para la extracción imperturbada de un volumen conocido de suelo, que luego se llevan al laboratorio y se colocan en placas de Petri para hidratarlas con agua destilada por 24 horas (García y Kaplan, 1974). Al transcurrir las 24 horas de hidratación, se enrasan las muestras que hayan incrementado su volumen a causa de las arcillas expansivas, luego se colocan en estufa a 105 °C hasta peso constante (aproximadamente por 48 horas) (García y Kaplan, 1974).

Por cada manejo se realizaron tres muestras a dos profundidades (de 0 cm hasta 3,9 cm; y desde 5,3 cm hasta 9,2 cm) (n=6).

La evolución de la densidad aparente bajo los diferentes manejos, se realizó mediante un muestreo en julio de 2020 y otro muestreo en junio de 2021.

$$\text{Densidad Aparente del suelo (g*cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{peso seco del suelo muestreado (g)}}{\text{volumen del anillo muestreador (cm}^3\text{)}}$$

Ecuación 1. Cálculo de la densidad aparente del suelo.

3.4.2. Resistencia del suelo a la penetración(RSP)

La RSP se evaluó mediante el uso de un penetrómetro digital marca Eijkelkamp (hardware v6.0 y software v6.03), que genera un registro automático hasta los 90 cm de profundidad.

Por cada manejo se realizaron quince mediciones al azar sobre las filas de los durazneros (n=15). Se efectuó un primer muestreo en julio de 2020 y un segundo en abril de 2021.

3.4.3. Cantidad de lombrices por volumen de suelo

Para determinar la abundancia de lombrices por volumen de suelo, se realizó la técnica adoptada por Jorge Escudero et al. (2019), que consiste en la extracción de bloques de tierra -monolito- de 25 cm de lado y 20 cm de profundidad (volumen total de 12,5 L).

Se extrajo un total de cinco bloques por manejo (n=5), un bloque por cada fila de durazneros dentro de las parcelas de observación.

El conteo de lombrices se realizó en el campo, siendo clasificadas según su tamaño entre 'adultas' (longitud>3 cm; grosor>1 mm) y 'juveniles' (longitud≤3 cm; grosor≤1mm).

3.5. PARÁMETROS DE CULTIVO EVALUADOS

Las evaluaciones de cultivo fueron realizadas en siete plantas seleccionadas al azar (ver figura 7, Plantas evaluadas) (n=7).

La poda invernal, el raleo de frutos y la poda en verde fue similar en las 21 plantas evaluadas.

3.5.1. Materia seca de las raíces por volumen de suelo

Las raíces se extrajeron de forma manual de los monolitos que se utilizaron para contabilizar la abundancia de lombrices, se embolsaron y fueron llevadas al laboratorio (n=5). En el laboratorio, se procedió al lavado

de las raíces colectadas en recipientes cerrados con agua corriente. Se las clasificó según su diámetro (\emptyset) en raíces ($\emptyset > 3$ mm) y raicillas ($\emptyset \leq 3$ mm).

Para determinar la materia seca de las raíces y raicillas, se secaron en estufa a 70 °C hasta peso constante (48 horas aproximadamente) (Bresciano et al., 2018).

3.5.2. Estimación del balance hídrico bajo los tres manejos

Se evaluó teóricamente el balance hídrico de cada manejo, para la zafra productiva 2020-2021.

El balance hídrico de un cultivo se estima considerando tres factores en un periodo de tiempo: entradas de agua por riego o lluvia, almacenaje de agua en el suelo -determinado por las características físico-químicas del mismo- y salidas por la evapotranspiración del cultivo y el drenaje -externo e interno- del suelo (FAO, 2006, Antúnez y Felmer, 2017). Según García et al. (2014), este método se utiliza cuando no se cuenta con los datos agroclimáticos en tiempo real.

Para realizar el balance hídrico de los montes, se procesaron los datos agroclimáticos registrados en INIA LE (INIA, s.f.); se ajustó la evapotranspiración mediante el uso de fórmulas propuestas por FAO (2006) y los datos de cobertura del suelo de cada manejo. El aporte de riego fue estimado según las horas de riego efectuadas por los productores y el caudal de las cintas de gotero, para ello, se midió con colectores de agua en siete puntos al azar -dentro de las parcelas de observación- ($n=7$).

El balance hídrico se estimó por decena de días, considerándose tres decenas por mes.

3.5.3. Tasa de crecimiento de los frutos

La tasa de crecimiento de los frutos se evaluó en 140 frutos por cada manejo -20 frutos por planta-, a los que se les midió el diámetro ecuatorial (figura 8) de forma semanal ($n=140$).

En las primeras tres semanas de evaluación, hubo pérdidas de frutas por abortos e incidentes, por lo que, en esas tres semanas se marcaron otras frutas para continuar el seguimiento, y de esta forma mantener los veinte frutos evaluados por árbol.

La medición de los frutos se inició luego del raleo, quince días después de plena floración y culminó en la primer cosecha de fruta (10 de octubre de 2020 y 20 de enero de 2021, respectivamente).



Figura 8. Medición en planta del diámetro ecuatorial de un durazno.

3.5.4. Producción por planta

Dado que la fruta tenía como destino el procesamiento industrial, el criterio de cosecha utilizado fue el requerido por la industria de dulces (ver capítulo 2.3.4. Características de la variedad 'Dixiland').

El color de la piel es el criterio de cosecha utilizado en el campo por parte de los productores, consiste en cosechar la fruta que presenta un color de fondo verdoso con tonalidades amarillentas y algunas vetas de color rojo (figura 9).

Teniendo en cuenta este criterio de coloración de la piel, se hicieron únicamente dos cosechas por cada manejo. Cada árbol fue cosechado de forma individual, por lo que se determinó la producción por árbol (n=7).

Los motivos de descarte fueron los establecidos por la industria, estos eran: fruta con un calibre menor a 60 mm, frutos con daños mecánicos o biológicos -exudado de goma; presencia de galerías de grafolita o mosca de la fruta, con o sin larvas- y podredumbres.



Figura 9. Lote de duraznos de la variedad 'Dixiland' con óptima calidad industrial.

3.5.5. Calibre y sólidos solubles (°Brix) de los frutos cosechados

Se determinó el calibre -diámetro ecuatorial- (mm) de los frutos cosechados por cada árbol a través de una muestra de cinco frutos (n=5).

Mientras que, el contenido de sólidos solubles (°Brix) se determinó con el uso de un refractómetro, en una muestra de tres frutos por cosecha de cada árbol (n=3).

3.5.6. Diámetro de los troncos

El diámetro promedio de los troncos se determinó con la medición del calibre de los mismos, a una altura de 5 cm por debajo de la horqueta y por encima del injerto (n=7).

Se realizaron dos mediciones, la primera fue previa a la brotación (agosto de 2020) y la segunda después de la caída de las hojas (mayo de 2021).

3.5.7. Eficiencia productiva por árbol

La eficiencia productiva (ecuación 2), es el coeficiente entre la producción de frutas de un árbol sobre la sección transversal del tronco, estimada a partir del diámetro del tronco (Cabrera y Rodríguez, 2006) (n=7). Para este cálculo, se utilizó la medición del diámetro de tronco posterior a la cosecha de frutas (mayo de 2021).

$$\text{Eficiencia productiva (kg*cm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{producción de frutas por planta (kg)}}{\text{diámetro del tronco de la planta (cm}^2\text{)}}$$

Ecuación 2. Cálculo de eficiencia productiva.

3.6. BIOMASA Y DIVERSIDAD VEGETAL

3.6.1. Estimación de la producción de materia seca en las entrefilas

Se estimó la producción de biomasa seca de las entrefilas mediante tres muestreos por manejo (n=3). Las muestras se recolectaron al azar dentro de las parcelas de observación, mediante un cuadrante de 0,5 m de lado (0,25 m²) y con una altura de corte de 4-5 cm -altura de corte de la rotativa-. Las muestras se secaron en estufa a 60 °C hasta peso constante (aproximadamente 48 horas).

La frecuencia de estimación estuvo determinada por el momento de corte de la biomasa que hicieran los productores.

Se evaluó la riqueza -a nivel familias- en base al porcentaje de composición del tapiz.

Dada la sequía de la zafra 2020-2021, se realizó únicamente un corte en el predio del P2 -CQ- y dos cortes en el predio del P1 -M y M+CQ-.

3.6.2. Estimación de la cobertura del suelo, frecuencia y riqueza de aparición de la vegetación espontánea en las filas

Para la estimación de la cobertura, frecuencia absoluta y riqueza de la vegetación espontánea en las filas, se realizó un muestreo al azar con un cuadro de 1,2 m² (ancho: 0,6 m; largo: 2 m) centrado en la fila. Se realizaron tres muestras en cada una de las cinco filas de las parcelas de observación de cada manejo (n=15).

En la estimación de la cobertura se utilizó el índice de abundancia de Braun-Blanquet. Esta estimación se hace visualmente y utiliza una escala de cobertura de cinco puntos (0-5 %, 5-25%, 25-50%, 50-75%, >75%) (Matteucci y Colma, 1982).

Para determinar la frecuencia absoluta de las familias, se identificaron las especies presentes en la cobertura de la fila.

Se realizaron dos muestreos, el primero en julio de 2020 y el segundo en marzo de 2021.

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS SOBRE LOS QUE SE ENCUENTRAN LOS MONTES DE DURAZNOS

Los perfiles de suelo de los productores tienen en común que son suelos melánicos -chroma<3,5 y value<3,5, en seco- y que poseen concreciones de calcio en profundidad (cuadros 6 y 7).

El perfil de suelo del P1 es ligeramente más profundo respecto al del P2 (figura 10), a su vez, posee una textura predominantemente arcillosa, frente a una textura arcillo-limosa (cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Descripción del perfil del suelo del Productor 1 (P1).

Horizonte	Prof. (cm)	Color (7,5 YR)	Textura	Observaciones
Ap	0 – 16	3/2	FAcL	
AB	16 – 26	2,5/1	AcL	
Bt ₁	26 – 45	2,5/1	Ac	
Bt ₂	45 – 76	3/1	Ac	
BC _k	75 – 86	3/3	FAc	cc ra chicas / automezclado
C _k	86 – 119	5/3	AcL	cc ra grandes

Prof: profundidad; cc: concreciones de calcio; ra: que reaccionan al ácido

Cuadro 7. Descripción del perfil del suelo del Productor 2 (P2).

Horizonte	Prof. (cm)	Color (7,5 YR)	Textura	Observaciones
Ap	0 – 15	3/1	FAcL	
AB	15 – 28	3/1	AcL	
Bt ₁	28 – 51	2,5/1	Ac	
Bt ₂	51 – 72	2,5/2	AcL	
BC _k	72 – 92	4/4	AcL	cc ra chicas

Prof: profundidad; cc: concreciones de calcio; ra: que reaccionan al ácido

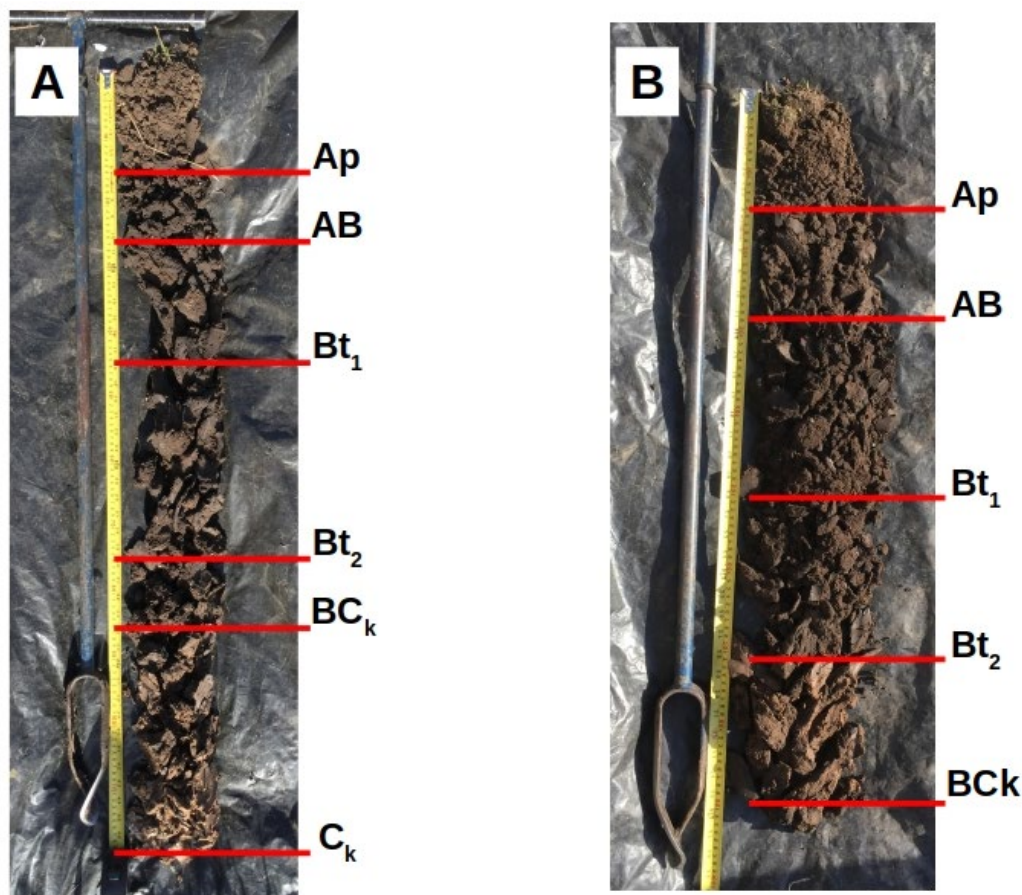


Figura 10. Perfiles de suelo de los predios productivos. **A.** Productor 1. **B.** Productor 2.

4.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y LA POBLACIÓN DE LOMBRICES

4.2.1. Densidad aparente del suelo

La DAp promedio no varió significativamente con el transcurso del tiempo bajo los tres manejos, en superficie (0 – 3,9 cm)(figura 11), ni en profundidad (5,3 – 9,4 cm) (figura 12).

No existen diferencias significativas entre las DAp de los manejos M y M+CQ en las dos fechas de medición.

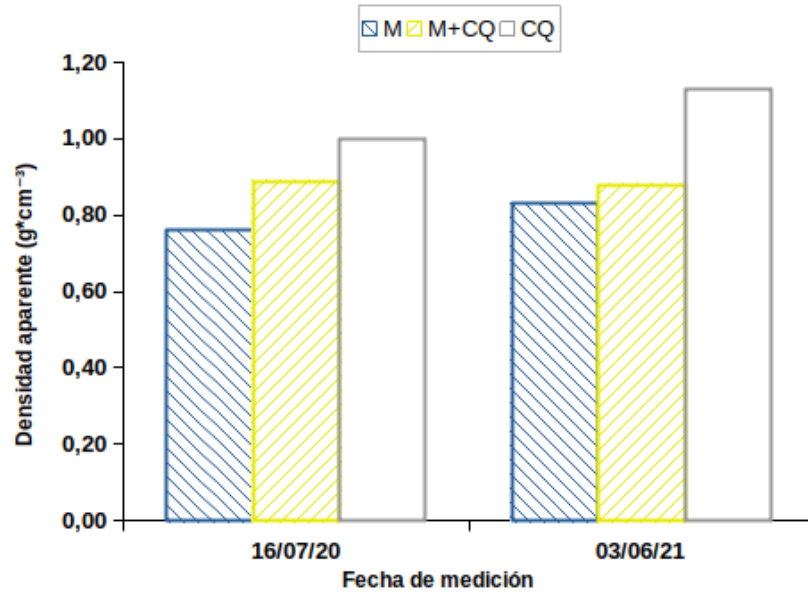


Figura 11. Densidad aparente del suelo en profundidad (0 – 3,9 cm) bajo el manejo de mulch (M), mulch+control químico (M+MQ) y control químico (CQ).

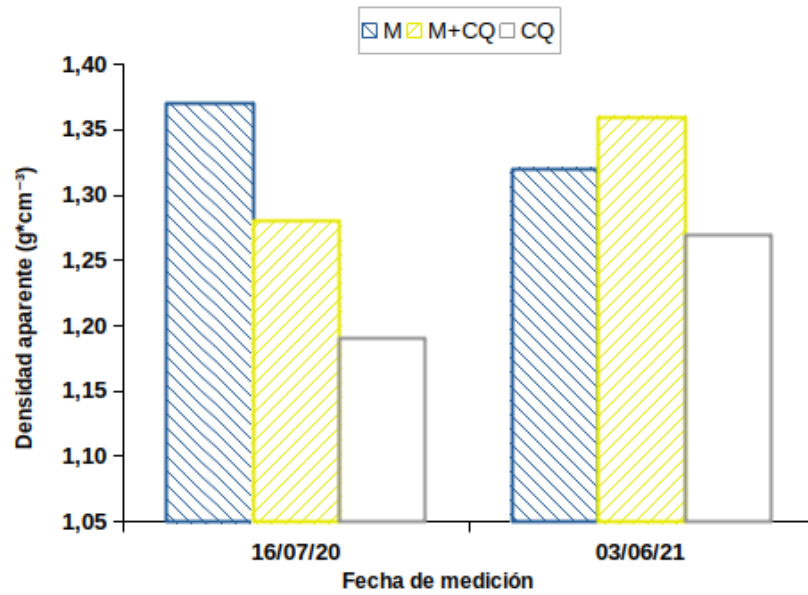


Figura 12. Densidad aparente del suelo en profundidad (5,9 – 9,2 cm) bajo el manejo de mulch (M), mulch+control químico (M+MQ) y control químico (CQ)

4.2.2. Resistencia del suelo a la penetración

En la primera fecha (11/07/2020), en los primeros 20 cm de profundidad no existieron diferencias significativas entre los manejos M y M+CQ (figura 13). Mientras que, en profundidad (+20 cm) el M+CQ presentó una RSP significativamente superior al M (figura 14).

En cuanto a la segunda fecha de medición, se generó una zona de compactación en superficie bajo el M+CQ, en comparación con el M (figura 15). En profundidad (+20 cm) la RSP entre el M y M+CQ no varió significativamente (figura 16).

Al comparar las mediciones dentro de los manejos, se observó una mayor compactación (p -valor $<0,01$) en profundidad (+20 cm) bajo el M (ver figuras 14 y 16). Mientras que, bajo el M+CQ se compactó significativamente en superficie entre los 6 a 11 cm (p -valor $<0,04$) (ver figuras 13 y 15).

Por último, el CQ fue el único manejo que se compactó en superficie y en profundidad. La compactación fue perceptible desde los 16 cm hasta los 30 cm (p -valor $<0,05$) y desde los 50 hasta los 60 cm (p -valor $<0,04$) (ver figuras 13 a la 16).

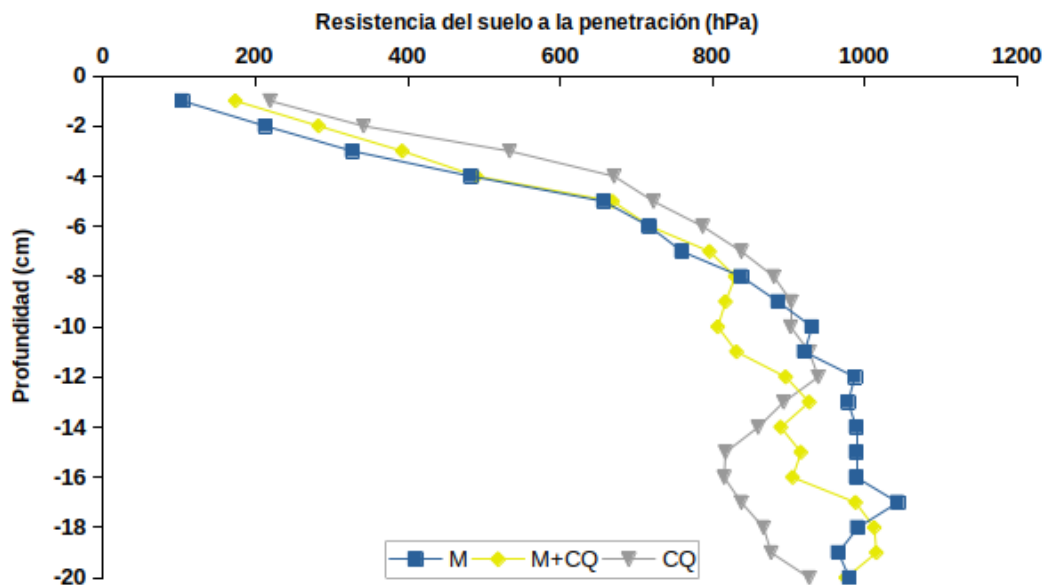


Figura 13. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 0 cm hasta los 20 cm de profundidad el 11/07/2020.

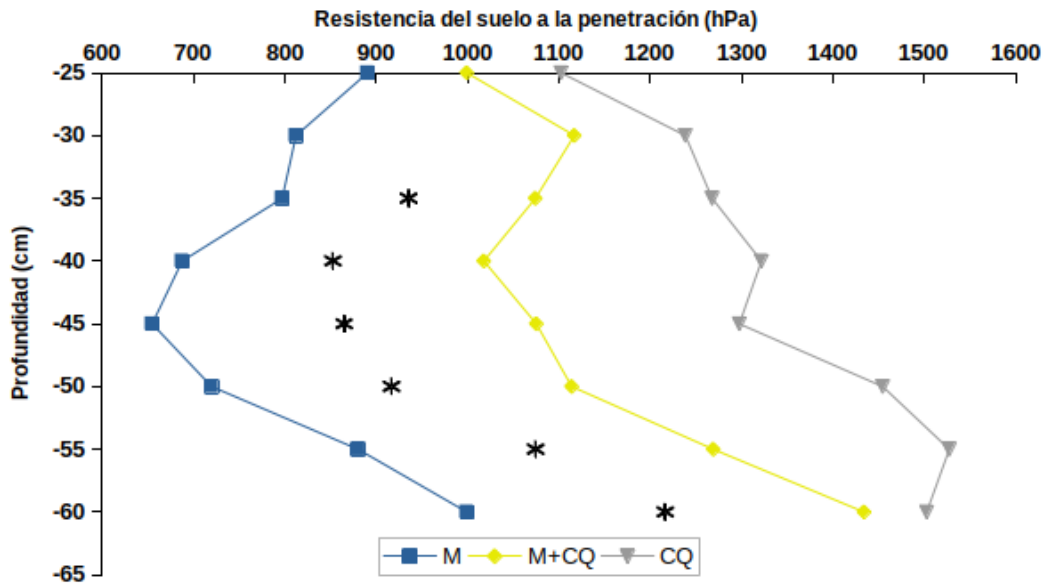


Figura 14. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 25 cm hasta los 60 cm de profundidad el 11/07/2020.

Los * indican una diferencia significativa entre M y M+CQ ($p\text{-valor} \leq 0,05$)

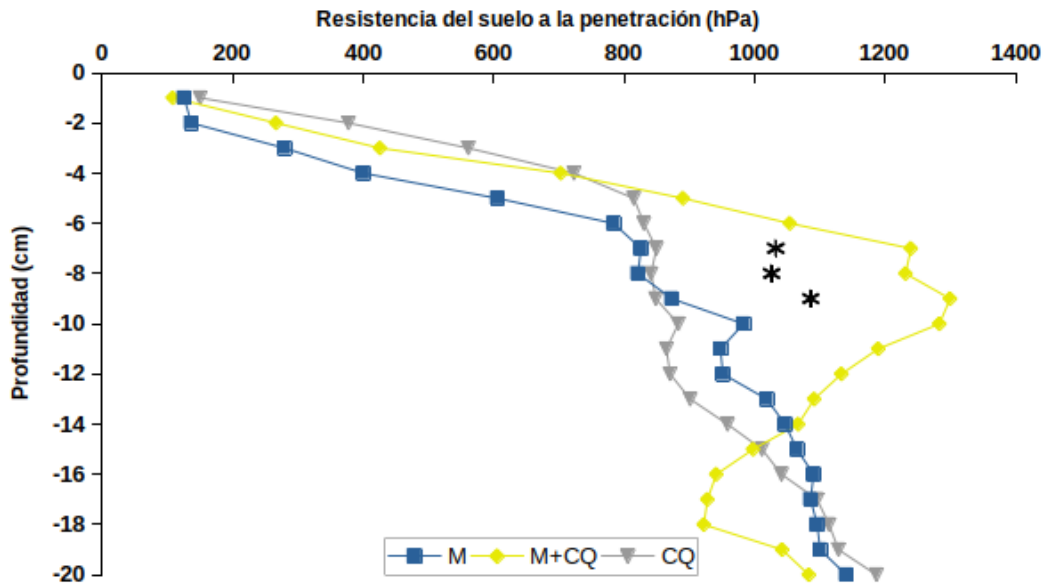


Figura 15. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 0 cm hasta los 20 cm de profundidad el 15/04/2021.

Los * indican una diferencia significativa entre M y M+CQ ($p\text{-valor} \leq 0,05$)

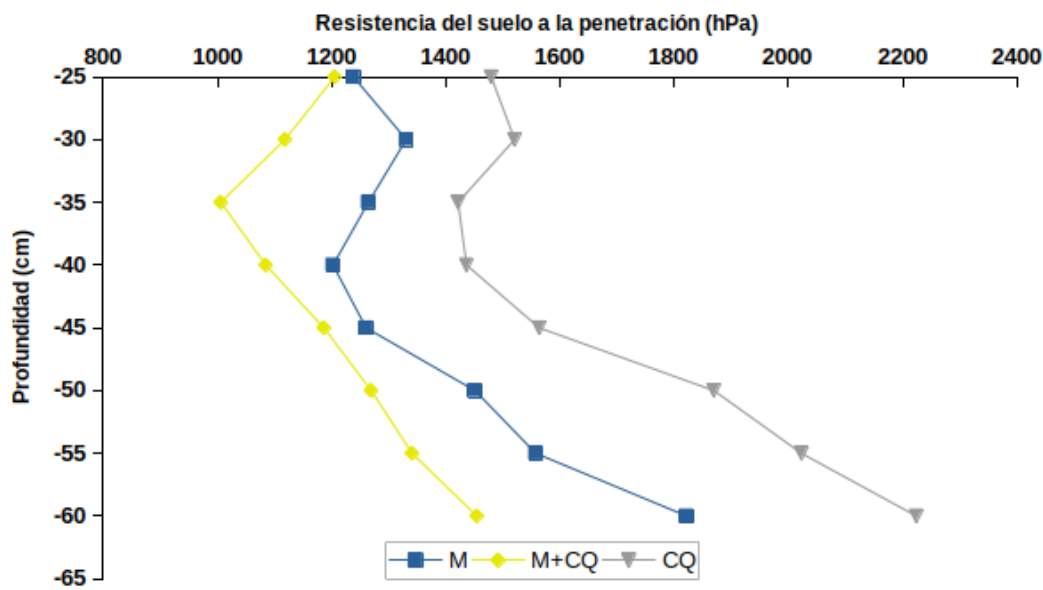


Figura 16. Resistencia del suelo a la penetración bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) desde los 25 cm hasta los 60 cm de profundidad el 15/04/2021.

4.2.3. Abundancia de lombrices

La abundancia de lombrices adultas fue significativamente mayor bajo el manejo M+CQ, en comparación con el M (cuadro 8). En cuanto a las juveniles, no se presentaron diferencias significativas entre M y M+CQ (cuadro 8). En el CQ, solamente se encontraron ejemplares adultos (cuadro 8).

Cuadro 8. Abundancia y tipo de lombrices en las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).

Tipo de lombrices	Manejo	Media ajustada (n°*15 L de suelo ⁻¹)	Desvío estándar (n°*15 L de suelo ⁻¹)	t-Student (p-valor)
adultas	M	9,6	1,5	0,04
	M+CQ	12,5	2,2	
	CQ	0,5	0,7	
juveniles	M	1,7	1,4	0,24
	M+CQ	24,0	35,7	
	CQ	0,0	0,0	

4.3. IMPACTO DE LOS MANEJOS EN LAS PLANTAS Y SU PRODUCCIÓN

4.3.1. Materia seca de las raíces por volumen de suelo

Entre los manejos M y M+CQ no existieron diferencias significativas en la densidad de raíces y raicillas de durazneros (cuadro 9).

Cuadro 9. Densidad de raíces y raicillas en las filas de durazneros bajo los tres manejos.

Tipo de raíz	Manejo	Media ajustada (g MS*L de suelo ⁻¹)	Desvío estándar (g MS*L de suelo ⁻¹)	t-Student (p-valor)
raicillas	M	0,55	0,13	0,47
	M+CQ	0,67	0,33	
	CQ	0,80	0,04	-
raíces	M	0,33	0,31	0,18
	M+CQ	0,79	0,63	
	CQ	0,69	0,78	-

4.3.2. Balance hídrico de los montes frutales

El M+CQ fue el manejo que presentó una menor evapotranspiración del cultivo (Etc) (figura 17). La máxima Etc se alcanzó en la tercer decena de diciembre del 2020, siendo de 64,7, 33,5 y 74,4 mm*decena⁻¹ bajo el M, M+CQ y CQ, respectivamente (ver anexos 5 al 7. FAO, 2006, INIA, s.f.).

En cuanto a los balances hídricos, el CQ fue el único que sufrió un déficit hídrico a causa del no aporte de agua de riego (ver figura 17 y anexo 7)(FAO, 2006, INIA, s.f.).

Los manejos M y M+CQ mantuvieron un adecuado balance hídrico en el período evaluado (figura 17).

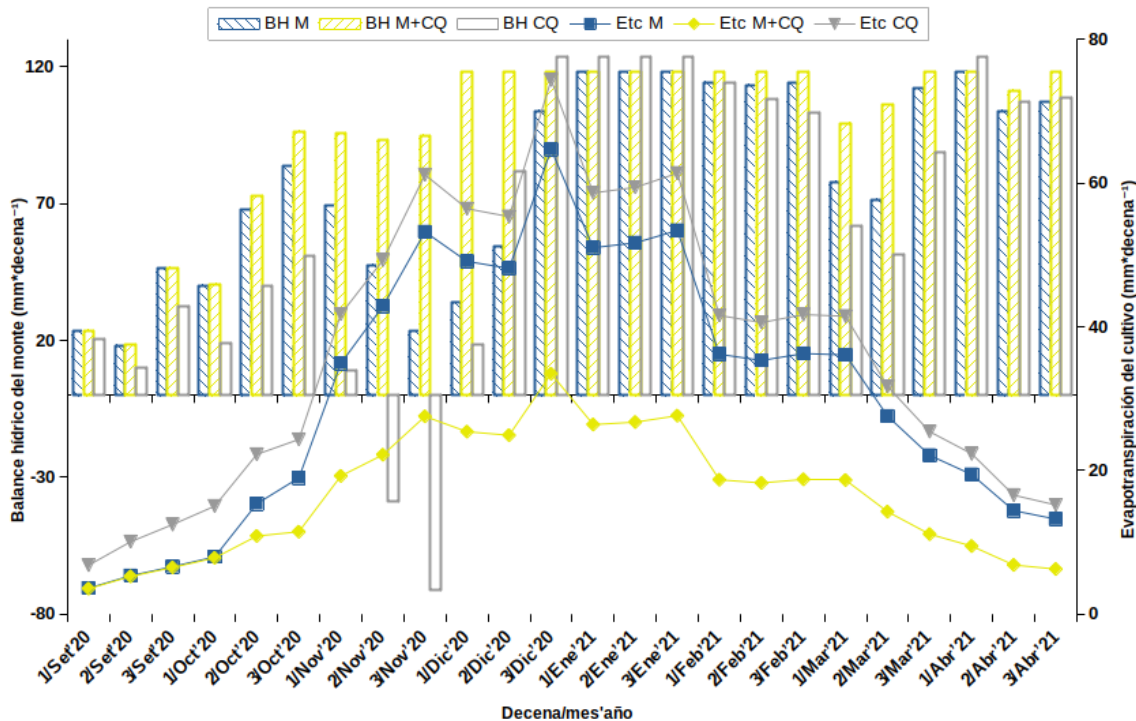


Figura 17. Balance hídrico de los montes frutales (barras) y la evapotranspiración estimada de los durazneros (líneas) bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).

4.3.3. Tasa de crecimiento de frutos

Los frutos bajo el M presentaron una tasa de crecimiento media (TCM) significativamente superior, desde la segunda a la cuarta y desde la octava a la décima semana, respecto a la TCM del M+CQ (figura 18). Solamente en la decimotercera semana la TCM del M+CQ fue significativamente superior a la TCM del M (figura 18).

El incremento del diámetro bajo los tres manejos fueron similares, los manejos M y M+CQ difirieron de forma significativa únicamente en la cuarta semana (figura 19). Los frutos bajo el CQ presentaron un incremento de diámetro levemente inferior, respecto a los manejos M y M+CQ (figura 19).

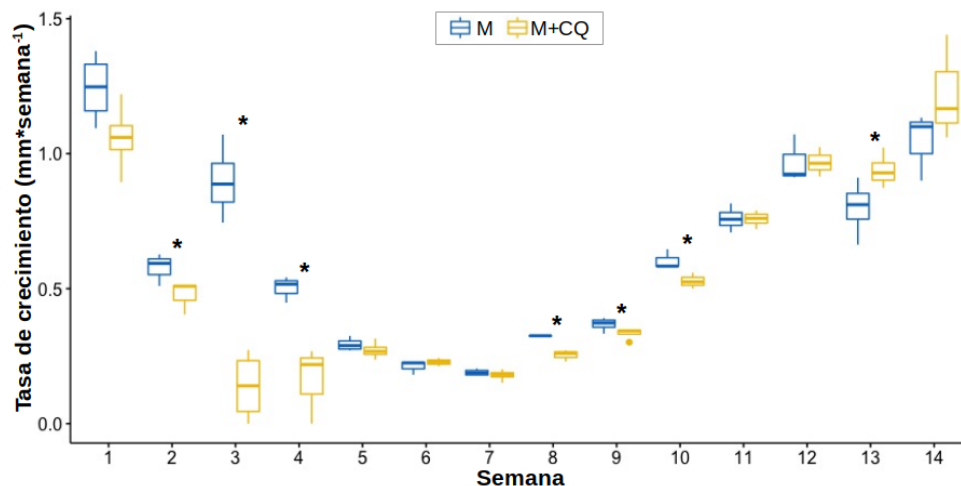


Figura 18. Tasa de crecimiento media semanal de los frutos bajo el manejo con mulch (M) y mulch+control químico (M+CQ).

Los * indican una diferencia significativa entre los manejos M y M+CQ (p -valor $\leq 0,05$).

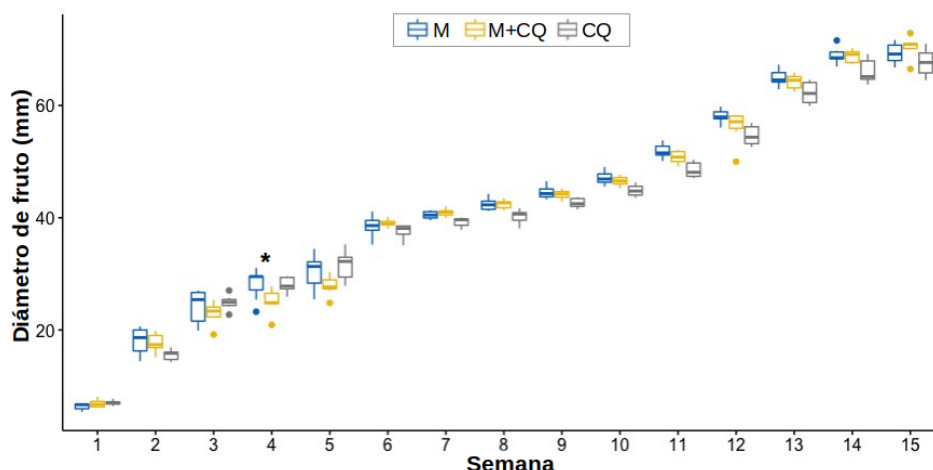


Figura 19. Evolución semanal del diámetro de los frutos bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).

Los * indican una diferencia significativa entre los manejos M y M+CQ (p -valor $\leq 0,05$).

4.3.4. Rendimiento y calidad de la fruta cosechada

El rendimiento, la producción comercial y el descarte de frutas fue similar bajo los manejos de M y M+CQ (figura 20).

El mayor rendimiento, producción comercial y descarte bajo el manejo de CQ, puede explicarse en parte por la mayor densidad y edad de plantación, respecto a los manejos M y M+CQ (figura 20; ver capítulo 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MONTES EVALUADOS).

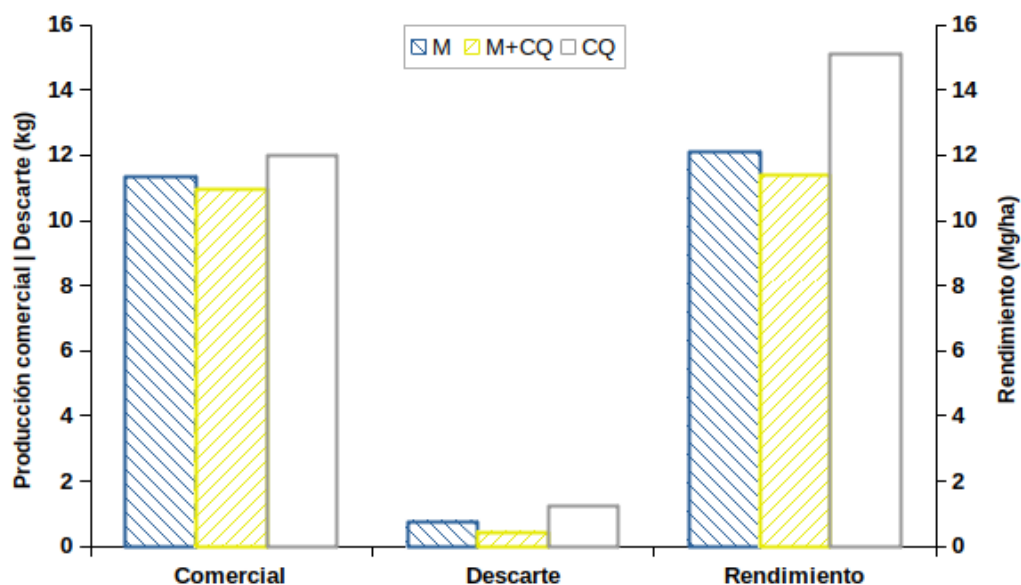


Figura 20. Producción comercial, descarte y rendimiento de fruta bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).

Se observó que los manejos de M y M+CQ no repercutieron en la calidad de la fruta cosechada, dado que no se evidenciaron diferencias significativas en calibre y contenido de sólidos solubles (cuadros 10 y 11). El contenido de azúcares y el calibre de las frutas bajo el manejo de CQ se asemejó más al de las frutas bajo el M, por sobre el M+CQ (cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Sólidos solubles (°Brix) de las frutas cosechadas bajo los tres manejos.

Manejo	Media ajustada (°Brix)	Desvío estándar (°Brix)	t-Student (p-valor)
M	9,93	0,55	0,23
M+CQ	10,23	0,30	
CQ	9,74	0,67	-

Cuadro 11. Calibre de las frutas cosechadas bajo los tres manejos.

Manejo	Media ajustada (mm)	Desvío estándar (mm)	t-Student (p-valor)
M	69,94	1,75	0,12
M+CQ	71,92	1,18	
CQ	69,26	1,16	-

4.3.5. Diámetro de los troncos

En cuanto al crecimiento de los árboles evaluados, no hubo diferencias significativas en el crecimiento entre los árboles bajo los manejos M y M+CQ (cuadro 12).

Se apreciaron diferencias significativas entre las mediciones dentro de los manejos (cuadro 12). Los árboles bajo los manejos M y CQ, aumentaron su diámetro en 12,6 mm (p-valor<0,01), mientras que, los árboles bajo el M+CQ incrementaron su diámetro de forma significativa en 19,7 mm (p-valor<0,01).

Cuadro 12. Crecimiento de los árboles bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) evaluado a través del diámetro del tronco.

Fecha de medición	Manejo	Media ajustada (mm)	Desvío estándar (mm)	t-Student (p-valor)
23/08/2020	M	65,1	8,08	0,32
	M+CQ	60,9	7,03	
	CQ	70,0	4,15	-
27/05/2021	M	77,7	7,95	0,49
	M+CQ	80,7	7,82	
	CQ	82,6	4,65	-

4.3.6. Eficiencia productiva

La eficiencia productiva fue similar bajo los tres manejos, no existen diferencias significativas entre los manejos M y M+CQ (cuadro 13).

Cuadro 13. Eficiencia productiva de los árboles bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico).

Manejo	Media ajustada (kg*cm ⁻²)	Desvío estándar (kg*cm ⁻²)	t-Student (p-valor)
M	0,26	0,07	0,35
M+CQ	0,23	0,04	
CQ	0,25	0,06	-

4.4. INFLUENCIA DE LOS MANEJOS EN LA FLORA DE LAS FILAS DE LOS MONTES EVALUADOS

4.4.1. Producción de materia seca de las entrefilas de los durazneros

Al estimar la producción de materia seca (MS) en los montes, se observó una producción similar -sin diferencias significativas- bajo los manejos M y M+CQ (cuadro 14).

La producción de MS en el CQ fue estacionaria, con una producción elevada en la primavera y nula en el otoño (cuadro 14).

Cuadro 14. Producción de materia seca de las entrefilas de los montes bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.

Fecha de medición	Manejo	Media ajustada (kg MS*ha ⁻¹)	Desvío estándar (kg MS*ha ⁻¹)	t-Student (p-valor)
30/10/2020	M	6.824	1.256,97	0,48
	M+CQ	6.232	371,87	
	CQ	7.195	3.680,10	-
09/04/2021	M	2.725	275,23	0,23
	M+CQ	3.089	351,01	
	CQ	-	-	-

La composición del tapiz vegetal fue similar entre los manejos M y M+CQ, con una alta presencia de gramíneas, principalmente de festuca (*F. arundinacea*) (cuadro 15). El CQ presentó una mayor proporción de leguminosas frente a los manejos M y M+CQ (cuadro 15), siendo la alfalfa (*M. sativa*) la especie predominante.

Cuadro 15. Familias botánicas presentes en la entrefila de los montes de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.

Fecha de medición	Manejo	Composición del tapiz de la entrefila (%)				
		gram	leg	ast	cru	mal
30/10/2020	M	94,5	1,5	3,0	1,0	-
	M+CQ	96,5	2,3	0,7	0,5	-
	CQ	63,6	35,0	0,7	0,7	-
09/04/2021	M	96,3	3,4	0,3	-	0
	M+CQ	97,0	2,7	-	-	0,3
	CQ	-	-	-	-	-

gram: gramíneas; leg: leguminosas; ast: asteráceas; cru: crucíferas; mal: malváceas

4.4.2. Cobertura del suelo y vegetación espontánea en las filas de durazneros

En la primer fecha de evaluación, la cobertura del suelo en la fila de los durazneros era similar y constituida por mulch bajo los manejos M y M+CQ, mientras que, en el CQ por la presencia de vegetación (figura 21).

En la segunda fecha de evaluación, la cobertura de la fila de los durazneros entre los manejos M y M+CQ varió significativamente (figura 22).

Entre las mediciones, el manejo que tuvo una mayor variación en la cobertura fue el M (figuras 21 y 22). Bajo este manejo -M-, se incrementó significativamente la cobertura del suelo por la vegetación (p -valor $<0,01$), esto como consecuencia de la no aplicación de herbicidas. En el M+CQ no se apreció diferencias en la cobertura del suelo de las filas (figuras 21 y 22). Por último, bajo el CQ se incrementó de forma significativa la proporción de suelo desnudo entre las mediciones (p -valor $=0,04$) (figuras 21 y 22).

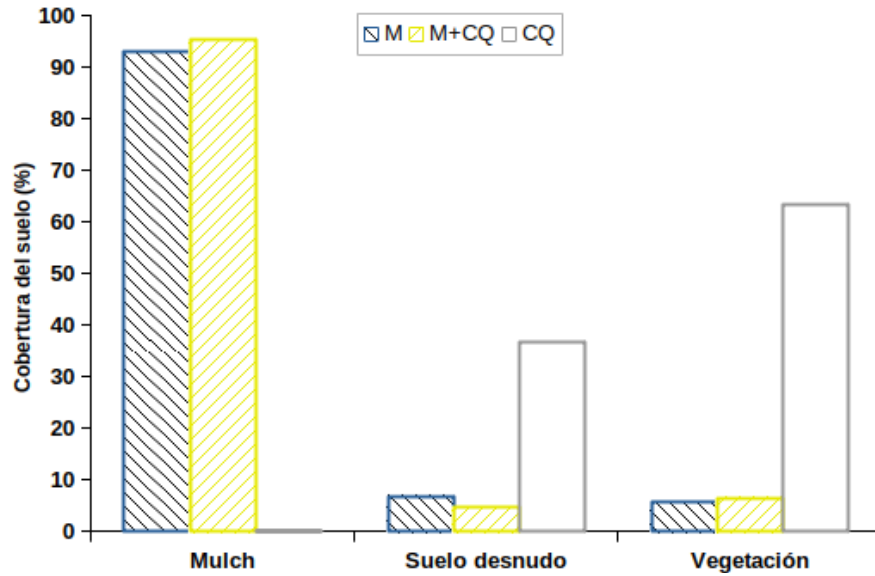


Figura 21. Cobertura de las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) el 16/07/2020.

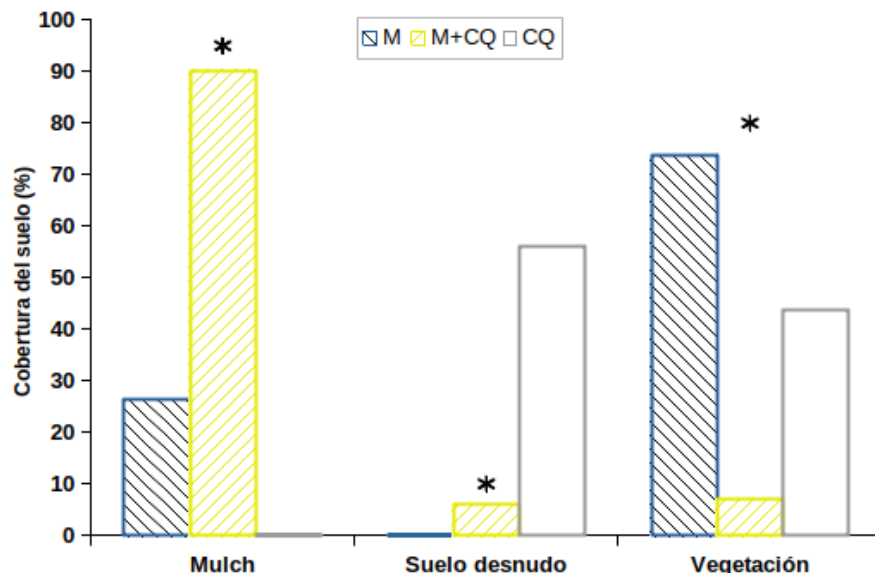


Figura 22. Cobertura de las filas de durazneros bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) el 12/03/2021.

Los * indican una diferencia significativa entre los manejos M y M+CQ ($p\text{-valor} \leq 0,05$).

En cuanto a la frecuencia absoluta de familias en la primer medición entre los manejos M y M+CQ, no hubo diferencias significativas (figura 23).

En el M disminuyó de forma significativa la frecuencia de crucíferas cubriendo la fila de los durazneros ($p\text{-valor}=0,04$) (figuras 23 y 24). El M+CQ,

disminuyó significativamente la frecuencia de polygonáceas (p -valor $<0,01$) (figuras 23 y 24). Bajo el CQ se incrementó la frecuencia de las gramíneas (p -valor $<0,01$), mientras que, disminuyó la frecuencia de las fabáceas (p -valor $<0,01$) (figuras 23 y 24).

En la segunda medición, bajo el M se incrementó la frecuencia absoluta de asteráceas, fabáceas y polygonáceas (p -valor $\leq 0,01$), mientras que, disminuyó la de crucíferas, malváceas y poáceas (p -valor $\leq 0,04$) frente al M+CQ (figura 24).

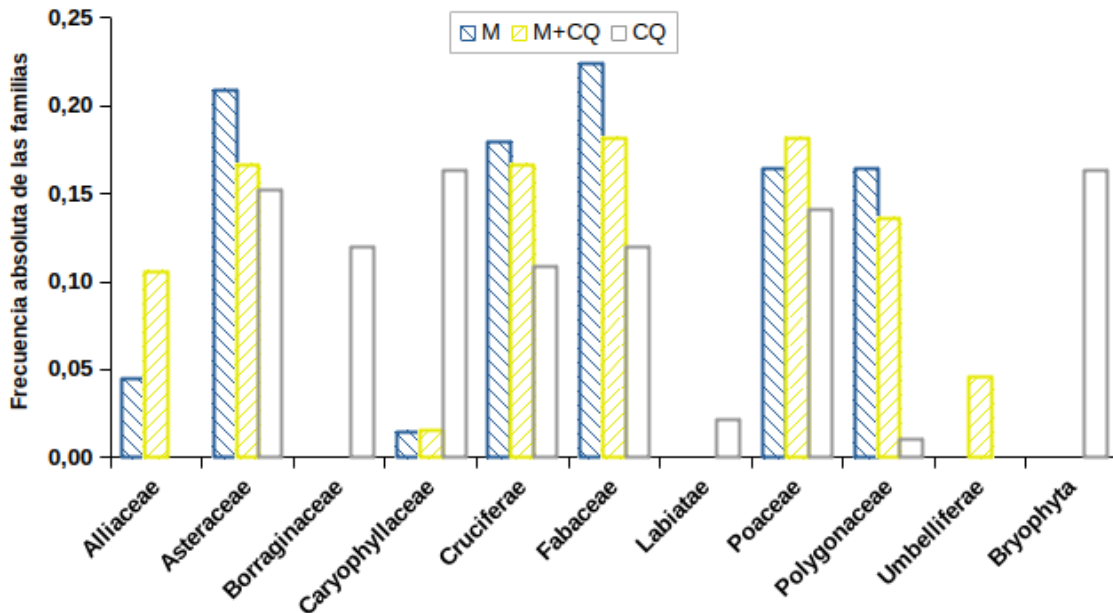


Figura 23. Frecuencia absoluta de familias bajo los tres manejos (mulch (M); mulch+control químico (M+CQ); control químico (CQ)) en la primer fecha de evaluación.

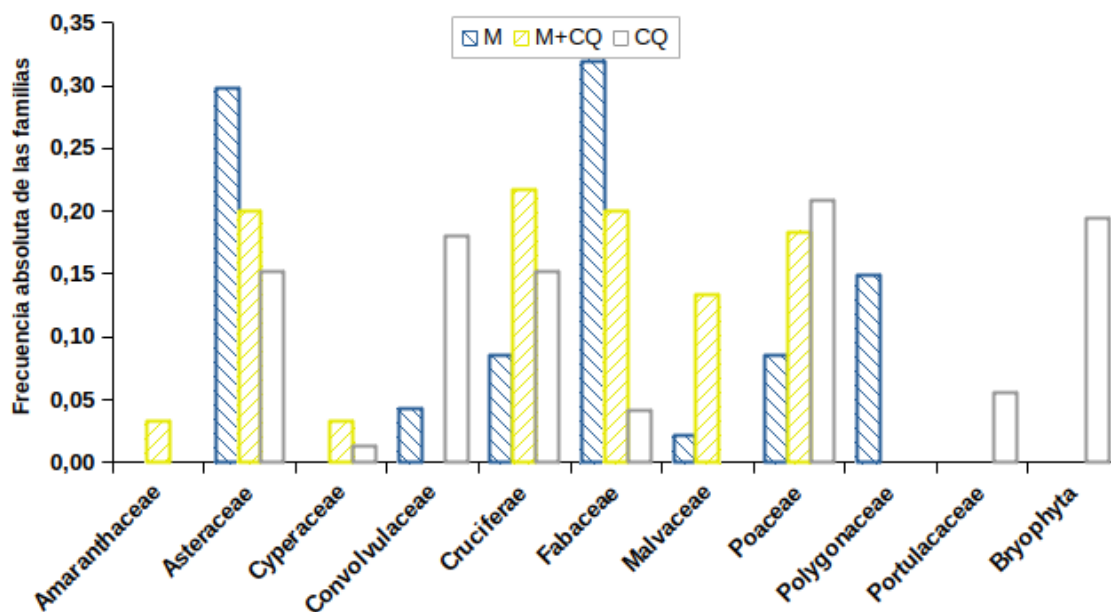


Figura 24. Frecuencia absoluta de familias bajo los tres manejos (mulch (M); mulch+control químico (M+CQ); control químico (CQ)) en la segunda fecha de evaluación.

Los * indican una diferencia significativa entre los manejos M y M+CQ (p -valor \leq 0,05).

En cuanto a la riqueza total de familias, se aprecia un incremento de dos especies bajo el M y la disminución de una bajo el CQ. En la riqueza promedio por muestreo, no existieron diferencias significativas entre el M y el M+CQ en las dos fechas de medición (cuadro 16).

Al analizar la evolución de la riqueza promedio de cada manejo en el tiempo, se observa una disminución significativa de 1,9 especies bajo el CQ (p -valor $<$ 0,01) (cuadro 16).

Cuadro 16. Riqueza de familias presentes en las filas bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en dos fechas de medición.

Fecha de medición	Manejo	Riqueza total	Riqueza promedio	t-Student (p-valor)
16/07/2020	M	13	5,2	0,90
	M+CQ	15	5,1	
	CQ	16	7,7	
12/03/2021	M	15	5,2	0,30
	M+CQ	15	4,5	
	CQ	15	5,8	

5. DISCUSIÓN

5.1. SUELOS BAJO FRUTICULTURA EN LA ZONA DE ESTUDIO

El predio del Productor 1 se encuentra sobre suelos del Gran Grupo Vertisoles, dada su característica de suelo melánico -chroma<3,5 y value<3,5, en seco-, arcilloso, con evidencias de automezclado (cuadro 6, figura 10.A.) y grietas superiores a dos centímetros de ancho con profundidades de 80 cm -se evidencian en épocas estivales-. Mientras que, el predio del Productor 2 se encuentra sobre suelos del Gran Grupo Brunosoles, dado que es un suelo melánico, arcillo-limoso, sin evidencias de automezclado (cuadro 7, figura 10.B.); se generan grietas únicamente con déficit hídricos fuertes.

Por el estudio de gabinete, se infiere que los predios bajo estudio se encuentran sobre la unidad geológica fm. Raigón (anexo 1). Por el tipo de suelos presentes en los predios -Brunosoles y Vertisoles- (cuadros 6 y 7, figura 10), ambos predios pertenecen al grupo CONEAT 10.8b y se encuentran en la unidad de suelo Libertad 2.

5.2. EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y LA POBLACIÓN DE LOMBRICES

En las filas bajo los tres manejos se midió densidades aparentes menores a $1,40 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (figuras 11 y 12), por lo que se estima que el espacio poroso del suelo es similar al 40 %, siendo adecuado para el desarrollo radicular de los frutales (Lal, citado por Rienzi y Maggi, 2007) (cuadro 1).

Se apreció el efecto de los herbicidas en las propiedades físicas del suelo, ya que se evidenció el encostramiento superficial bajo el manejo con control químico (Agustí, 2014, Primavesi, 2016) (anexo 8).

En las observaciones de campo se constató un incremento de la resistencia del suelo a la penetración (figuras 13 a la 16). Al no poseer datos del contenido de humedad del suelo, no se asevera si es efecto de la diferencia del contenido de humedad del suelo entre una medición y otra; o si es efecto de la compactación que sufren los suelos bajo fruticultura con el transcurso del tiempo (Peñalva y Calegari, 1999, Docampo y Silva, 2014).

El mulch de cobertura vegetal proporciona las condiciones ideales para mantener una abundancia de lombrices (cuadros 2 y 8), por lo que es de esperar una mejoría en las propiedades biológicas, físicas y químicas con el transcurso del tiempo. Se destaca que la mayor abundancia de lombrices adultas bajo el mulch+control químico en comparación con el mulch (cuadro 8), se puede atribuir a la mayor acumulación de energía térmica en las filas

del mulch+control químico, ya que parte de las filas bajo el manejo con mulch se encontraban sombreadas por mayor tiempo por una cortina rompe-vientos de casuarinas (*Casuarina cunninghamiana*). Posiblemente esta cortina haya afectado otros parámetros evaluados, aunque en las lombrices se apreció un posible impacto.

5.3. RESPUESTA DE LOS ÁRBOLES

La temperatura media máxima entre setiembre de 2020 y marzo de 2021 se encontró por debajo de la temperatura óptima máxima de crecimiento del duraznero, mientras que, la media mínima superior a 15,0 °C se alcanzó en diciembre del 2020 y se sostuvo por encima de este valor hasta marzo de 2021 (figura 3).

En cuanto a la acumulación de frío en el otoño-invierno del 2020 fue la adecuada para que los durazneros de la variedad 'Dixiland' rompan la dormición, no así el portainjerto 'Nemaguard', aunque no se evidenció brotación anómala o floración desincronizada.

La plena floración del 'Dixiland' en los montes de ambos productores, ocurrió entorno al 25 de setiembre, diez días posterior a lo reportado por Soria y Pisano (2014). La primera cosecha fue el 15 de enero, cinco días previos a lo reportado por Soria y Pisano (2014).

El desarrollo radicular no alcanzó los pesos registrados por De Lucca (citado por Zeballos et al., 2014), aunque si se supero la proporción de raicillas en los primeros 25 cm de suelo (cuadro 3 y 9). La ocupación de la vegetación espontánea en las filas con mulch no parece haber afectado el desarrollo radicular de los durazneros, dado que no existen diferencias significativas entre el peso de las raíces y raicillas, respecto con el manejo con mulch+control químico.

Se logra un ahorro de agua para riego bajo el manejo con mulch+control químico, dado que fue el manejo que presentó una menor evapotranspiración del cultivo (figura 17), esto se explica por la mayor proporción de cobertura del suelo con mulch de cobertura vegetal frente al manejo con mulch -suelo cubierto en gran proporción con vegetación espontánea- y el manejo con control químico -suelo prácticamente desnudo- (figura 22).

Al graficar el incremento del diámetro de los frutos de duraznos -y frutos de carozo en general-, se traza una curva doble sigmoide, en la que se pueden diferenciar tres etapas del crecimiento de los frutos con carozo

(figura 19). La primer etapa transcurre entre la primer y quinta semana (figura 19), en donde ocurre un incremento del diámetro a causa de la división celular del fruto, se caracteriza por presentar un crecimiento con incrementos decrecientes (figura 18). La segunda etapa se da entre la sexta y octava semana (figura 19), en la misma se ralentiza el crecimiento por el endurecimiento del carozo (figura 18). En la tercera etapa se incrementa la tasa de crecimiento media (figura 18), a causa de la acumulación de reservas en las células del mesocarpio -pulpa de la fruta-. La tercer etapa se desarrolla desde la novena hasta la decimocuarta semana -cosecha del fruto- (figura 19).

Entre la cuarta y sexta semana se detuvo el crecimiento de la fruta bajo el manejo con control químico, coincidiendo temporalmente con el déficit hídrico ocurrido bajo este manejo (figura 17). Este déficit hídrico no afectó el diámetro de los frutos (cuadro 11), dado que sucedió previo a la etapa II -endurecimiento del carozo- (figura 19) (Gariglio et al., 2007).

Los rendimientos obtenidos en esta observación de campo son concordantes con los registrados por Catta (citado por Cabrera y Rodríguez, 2014) para los duraznos de la variedad 'Dixiland' sobre 'Nemaguard' en suelos pesados al sur del Uruguay (ver figura 20 y cuadro 4). El rendimiento en los tres manejos fue superior al promedio nacional (MGAP. DIEA, 2020), aunque inferior al rendimiento potencial sugerido por Soria y Pisano (2014).

Bajo los tres manejos se logra un tamaño de fruta de 160 – 180 g, por lo que se encuentra en el rango sugerido por Soria y Pisano (2014).

El calibre y el contenido de sólidos solubles totales obtenidos bajo los tres manejos son superiores al exigido por la industria de mermeladas a la que remitieron fruta los productores 1 y 2 (ver capítulo 2.3.4. Características de la variedad 'Dixiland'). Estos parámetros y el rendimiento de fruta, no difieren entre los manejos con mulch y mulch+control químico.

El crecimiento de los árboles -estimado por el diámetro del tronco- fue similar en los tres manejos (cuadro 12). No existen diferencias significativas en la eficiencia productiva entre los manejos con mulch y mulch+control químico, siendo similar a la eficiencia del manejo con control químico (cuadro 13).

5.4. EFECTO DE LOS MANEJOS EN LA POBLACIÓN DE HERBÁCEAS

Si bien las observaciones no se centraron en las características del mulch de cobertura vegetal, se concluyó que es necesario producir al menos

9.000 kg MS*ha⁻¹ en la entrefila de los frutales para utilizar la cobertura vegetal como mulch (cuadro 14). Esta producción de materia seca es insuficiente como mulch para el control de la vegetación espontánea, salvo que se combine con herbicidas (figuras 21 y 22).

La alta proporción de gramíneas en la cobertura vegetal de la entrefila bajo los manejos con mulch y mulch+control químico (cuadro 14), puede que ralentice la descomposición del mulch e inmovilice nitrógeno de forma temporal, este nutriente -y otros- se incrementarán con el tiempo (Schneider y Scarborough, 1961, Aruani et al., 2006, Stefanelli et al., 2009, Zoppolo et al., 2011, Alliaume Molfino, 2016, Primavesi, 2016, Flores et al., 2019).

El mulch no controla herbáceas perennes (*Trifolium repens*) (Stefanelli et al., 2009, Mia et al., 2020b), pero incrementa la riqueza de especies del sistema productivo (cuadro 16).

El incremento de las fabáceas en las filas del manejo con mulch (figuras 23 y 24), puede que logre una mejor relación de carbono:nitrógeno en el suelo respecto al manejo con mulch+control químico (Schneider y Scarborough, 1961, Aruani et al., 2006, Stefanelli et al., 2009, Zoppolo et al., 2011, Flores et al., 2019), impactando en la eficiencia productiva y el rendimiento. En este sentido, Gómez y Gómez (2011) y Mia et al. (2020b) sugieren que el “living mulch” -que es una práctica semejante a la evolución que se observó bajo el manejo con mulch-, es viable en suelos fértiles, siendo estos suelos los predominantes en los predios estudiados.

El mulch+control químico es el manejo más eficiente en el control de la VEF (figuras 21 y 22). Cabe destacar que bajo el mulch+control químico y el control químico se constató la presencia de gramilla (*C. dactylon*) en las filas, siendo ésta una especie objetivo en el control de la vegetación de las filas (Weller et al., 1985, Zeballos et al., 2014, Zoppolo, 2014).

Los herbicidas combinados con el mulch de cobertura vegetal son una herramienta válida para el control de la vegetación espontánea en fruticultura. Esta práctica puede que incremente la tasa de fotólisis de esta sustancia química (Bedmar, 2006), por lo que es fundamental utilizar herbicidas post-emergentes.

Se comprobó que los herbicidas tienden a disminuir la riqueza de las herbáceas en las filas (cuadro 16) (Mia et al., 2020b), y que el completo

control de la vegetación espontánea en las filas es innecesario desde el punto de vista ambiental, económico (Rienzi y Maggi, 2007) y productivo.

Se debe considerar que, los beneficios de las coberturas vegetales y los mulch de cobertura vegetal son en el mediano-largo plazo (Peñalva y Calegari, 1999, Rufato et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Zoppolo, 2014, Alliaume Molfino, 2016, Flores et al., 2019, Mia et al., 2020a).

Se destaca que se pueden obtener rendimientos aceptables y frutas de calidad, reduciendo los costos de la aplicación de herbicidas (Peñalva y Calegari, 1999, Rufato et al., 2006, Rienzi y Maggi, 2007, Fritos et al., 2019).

6. CONCLUSIONES

Es necesario realizar prácticas que procuren conservar las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo; siendo la implantación de coberturas vegetales en las entrefilas una de ellas.

Mediante la utilización del mulch de cobertura vegetal, es posible producir duraznos de calidad reduciendo o evitando el uso de herbicidas.

El mulch de cobertura vegetal es una herramienta viable en el control de la vegetación espontánea de las filas siempre que se acompañe de altas producciones de forraje en la entrefila (al menos unos 9.000 kg MS*ha⁻¹), para evitar de esta forma el ingreso de insumos externos al predio y reducir los costos productivos.

Se comprobó que el manejo con mulch no controla herbáceas perennes, pero incrementa la riqueza del sistema productivo.

El manejo con mulch+control químico es el manejo más eficiente en el control de la vegetación espontánea de la fila y el que conlleva a un menor consumo de agua para riego.

Mientras que, el manejo con control químico provoca el deterioro de las propiedades físicas del suelo y la pérdida de riqueza de herbáceas.

7. RESUMEN

El presente trabajo se llevó adelante durante la zafra 2020-2021 en dos predios frutícolas de la zona de Colonia Valdense, Colonia. El objetivo fue valorizar el mulch como herramienta alternativa al control de la vegetación espontánea en las filas (VEF) y su impacto en la producción de frutas, la diversidad vegetal, las propiedades físicas del suelo y la población de lombrices. Se optó por realizar una estadística descriptiva de los manejos, dada la complejidad de realizar un diseño experimental en los montes ya implantados. Se observó tres manejos que tienen en común el control de la VEF, aunque difieren en el método. El manejo con mulch (M) consistió en la utilización de mulch orgánico (MCV), el manejo de mulch+control químico (M+CQ) en la combinación de herbicidas y MCV, y el manejo con control químico (CQ) se basó únicamente en la aplicación de herbicidas. El M no difiere estadísticamente con el M+CQ en calidad y producción de fruta, y en las propiedades físicas del suelo. Se comprobó que el M no controla herbáceas perennes, pero incrementa la riqueza de herbáceas del sistema productivo. El M+CQ es el manejo más eficiente en el control de la VEF. El CQ provoca el deterioro de las propiedades físicas del suelo y la pérdida de biodiversidad. Se constató la presencia de gramilla (*Cynodon dactylon*) únicamente en los manejos con herbicidas (M+CQ y CQ). Las observaciones de la zafra 2020-2021 para estos tres manejos de la VEF determinan que es posible producir duraznos en cantidad y calidad, reduciendo los herbicidas del sistema productivo.

Palabras clave: duraznero, mulch orgánico, herbicidas, calidad de fruta, producción, propiedades físicas del suelo, riqueza de herbáceas

8. SUMMARY

The present work was carried out during the 2020-2021 harvest in two orchards in the area of Colonia Valdense, Colonia. The objective was to value the mulch as an alternative tool to the control of spontaneous vegetation in the rows (VEF, by its acronym in Spanish) and its impact on fruit production, plant diversity, physical properties of the soil and the earthworm population. It was decided to carry out descriptive statistics of the management, given the complexity of carrying out an experimental design in the orchard already implanted. Three procedures were observed that have VEF control in common, although they differ in method. Management with mulch (M) consisted of the use of organic mulch (MCV, by its acronym in Spanish), management of mulch+chemical control (M+CQ, by its acronym in Spanish) in the combination of herbicides and MCV, and management with chemical control (CQ, by its acronym in Spanish) was based solely on the application of herbicides. The M does not differ statistically with the M+CQ in quality and fruit production, and in the physical properties of the soil. It was found that M does not control perennial herbaceous plants, but increases the richness of herbaceous plants in the productive system. The M+CQ is the most efficient management in the control of the VEF. The CQ causes the deterioration of the physical properties of the soil and the loss of biodiversity. The presence of Common Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) was verified only in the handling with herbicides (M+CQ and CQ). The observations of the 2020-2021 harvest for these three VEF managements determine that it is possible to produce peaches in quantity and quality, reducing herbicides in the productive system.

Keywords: peach, organic mulch, herbicides, fruit quality, production, soil physical properties, richness of herbaceous

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguiar, M. R. 2006. Interacciones entre especies. In: Van Esso, M. ed. Fundamentos de ecología. Buenos Aires, Facultad de Agronomía. pp. 49 - 67.
2. Agustí, M. 2014. Fruticultura. 2a. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 507 p.
3. Alliaume Molfino, F. 2016. Regenerating degraded soils and increasing efficiency of water use on vegetable farms in Uruguay through ecological intensification. Tesis Dr. Wageningen, Netherlands. Wageningen University. 163 p.
4. Antúnez, A.; Felmer, S. 2017. Manejo del riego en duraznero. (en línea). In: Abarca, P.; Vega, B.; Romero, A. eds. Manual de manejo del cultivo de duraznero. Santiago, INIA. pp. 49 - 61. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>
5. Aruani, M. C.; Sánchez, E.; Reeb, P. 2006. Cambios en las propiedades de un suelo franco bajo producción orgánica de manzano utilizando coberturas vegetales. (en línea). Ciencia del Suelo. 24(2): 131 - 137. Consultado 03 feb. 2023. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672006000200005
6. Bedmar, F. 2006. Comportamiento ambiental de los herbicidas en el suelo: Conceptos y resultados regionales. In: Seminario de Actualización Técnica: Manejo de malezas (2006, La Estanzuela, Uruguay). Trabajos presentados. La Estanzuela, INIA. pp. 39 - 63. (Actividades de Difusión no. 465).
7. Bossi, J. 2007. Regiones geológicas para la aplicación agronómica. Montevideo, Facultad de Agronomía. 86 p.
8. Bresciano, D.; Del Pino, A.; Borges, A.; Tejera, M.; Speranza, P.; Astigarraga, L.; Picasso, V. 2018. Perennial C4 grasses increase root biomass and carbon in sown temperate pastures. (en línea). New Zealand Journal of Agricultural Research. 62(3): 332 - 342. Consultado 03 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1080/00288233.2018.1504089>

9. Cabrera, D.; Rodríguez, P. 2006. Resultados experimentales en manzana Pink Lady™: Evaluación temporada 2005-2006. Las Brujas, INIA. 10 p. (Actividades de Difusión no. 460).
10. _____; _____. 2014. Portainjertos para duraznero. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 61 - 83. (Boletín de Divulgación no. 108).
11. Calderón Alcaraz, E. 1986. Fruticultura general: El esfuerzo del hombre. 3a. ed. Ciudad de México, Limusa. 763 p.
12. Carrasco, J.; Riquelme, J.; Abarca, P. 2017. Manejo de suelos para el establecimiento y cultivo del duraznero. (en línea).In: Abarca, P.; Vega, B.; Romero, A. eds. Manual de manejo del cultivo de duraznero. Santiago, INIA. pp. 29 - 48. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6702/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20373?sequence=1&isAllowed=y>
13. Carson, R. 2010. Primavera silenciosa. Barcelona, Crítica. 370 p.
14. Coniberti, A.; Disegna, E.; Ferrari, V. 2014. El Balance del Tannat. In: El Balance del Tannat en el Sur del Uruguay: Manual para la caracterización y el ajuste del manejo del viñedo. Montevideo, INIA. pp. 11 - 32.
15. Constantino, A. R. 2012. Las malezas y su control en montes de duraznero. (en línea). In: Valentini, G. H.; González, J.; Gordó, M. eds. Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Buenos Aires, INTA. pp. 193 - 198. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/sp_produccion_duraznero2.pdf
16. Díaz Lageard, J. S. 2002. Estudio del sistema radical del portainjerto de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) Pavía Moscatel en la zona sur del país. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.
17. Docampo, R.; Silva, A. 2014. Manejo del suelo y la nutrición mineral. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 1 - 32. (Boletín de Divulgación no. 108).

18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. (en línea). Roma. 298 p. (FAO Riego y Drenaje no. 56). Consultado 22 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
19. Fischer, A. J. 2013. La resistencia a herbicidas en una complejidad que puede manejarse. In: Ríos, A. ed. Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Montevideo, INIA. pp. 15 - 25.
20. Flores, P.; Ausilio, A.; Leone, A.; Poggi, D.; Quadrelli, A.; Solini, I.; López, M.; Monti, F.; Catraro, M. 2019. Efecto de diferentes mulchings sobre el crecimiento de una plantación de durazneros (*Prunus persicae* L.) variedad Opedepe en Zavalla, provincia de Santa Fe. (en línea). Revista FAVE: Ciencias Agrarias. 18(1): 49 - 58. Consultado 10 nov. 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/fave/v18n1/v18n1a04.pdf>
21. Frioni, L. 1999. Procesos microbianos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. 2 v.
22. Frutos, A.; Portela, J. A.; Del Barrio, L.; Mazzitelli, M. E.; Marcucci, B.; Giusti, R.; Alemanno, V.; Chaar, J.; López García, G.; González Luna, M.; Aquino, N.; Debandi, G. 2019. Modelos de manejo del espacio interfilar en viñedos: Percepciones acerca de su valor como proveedores de servicios ecosistémicos. (en línea). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 51(1): 261 - 272. Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://doaj.org/article/19c68a7aafaf4fb4a2ddc3d7e7dfeac2>
23. García, C.; García, M.; Puppo, L. 2014. Manejo del riego en duraznero. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 33 - 47. (Boletín de Divulgación no. 108).
24. García, F.; Kaplan, A. 1974. Evaluación de un método para determinar densidad aparente, macroporosidad y microporosidad en el suelo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 49 p.

25. Gariglio, N. F.; Pilatti, R. A.; AgustíFonfría, M. A. 2007. Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales. In: Sozzi, G. O. ed. Árboles frutales: Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 2a. ed. Buenos Aires, Facultad de Agronomía. pp. 41 - 82.
26. Gilsanz, J. C. 2017. Mulch de Papel. Revista INIA. no. 49: 27 - 32.
27. Gómez, A.; Gómez, L. 2011. Efecto de cuatro manejos del suelo sobre la densidad de raíces absorbentes en durazno (*Prunus persica* (L) Batsch.) a 10 cm de profundidad. (en línea). Cultura Científica. no. 9: 8 - 16. Consultado 23 oct. 2022. Disponible en <https://1library.co/document/qo3vlyjq-efecto-manejos-densidad-raices-absorbentes-durazno-persica-profundidad.html>
28. González, J.; Amma, A. T. 2012. Manejo del suelo en monte de duraznero. (en línea).In: Valentini, G. H.; González, J.; Gordó, M. eds. Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Buenos Aires, INTA. pp. 122 - 145. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/sp_produccion_duraznero2.pdf
29. Gordó, M. 2012. Origen y características botánicas. (en línea).In: Valentini, G. H.; González, J.; Gordó, M. eds. Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Buenos Aires, INTA. pp. 44 - 46. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/sp_produccion_duraznero2.pdf
30. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 18 dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
31. Jorge Escudero, G.; Lagerlöf, J. E.; Pérez, C. A. 2018. Control biológico de enfermedades y plagas promovido por las lombrices. (en línea). Revista Brasileira de Agroecologia. 13(4): 176 - 191. Consultado 03 feb. 2023. Disponible en <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/22530/13545>
32. _____.; _____.; Martínez Debat, C.; Pérez, C. A. 2019. Identification of earthworm species in Uruguay based on morphological and molecular methods.(en línea). Agrociencia (Uruguay). 23(1): 37 - 46. Consultado 17 oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.31285/agro.23.1.12>

33. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. 2015. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.
34. Lamomarca, F. 1979. Gli alberi da frutto: Come coltivarli, come migliorarli. Milán, Giovanni Di Vecchi. 287 p.
35. Malcolm, P. J.; Holford, P.; Barchia, I.; McGlasson, W. M. 2014. High and low root zone temperatures at bud-break reduce growth and influence dry matter partitioning in peach rootstocks. (en línea). Scientia Horticulturae. 171: 83 - 90. Consultado 03 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.046>
36. Matteucci, S. D.; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, OEA. 168 p.
37. Mazzitelli, E.; Acuña, I.; Del Real, I.; Pérez, L.; Rodríguez, S. 2019. Parasitoides de áfidos asociados a borde floral y huertos frutales de la zona central de Chile. (en línea). Semiárida. 29: 32 - 34. Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiárida/article/view/4272/4396>
38. Meinicke, A. C. 1988. Las lombrices. Montevideo, Agropecuaria. 223 p.
39. MGAP. DGRN (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). 2020. Descripción de grupos de suelos CO.N.E.A.T. (en línea). s.l. Consultado 03 feb. 2023. Disponible en https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-03/Descripci%C3%B3n%20de%20Grupos%20de%20suelos%20ONEAT_0.pdf
40. _____. DGRNR (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, UY). 1998. Carta de reconocimiento de suelos: Departamento de Colonia. (en línea). Montevideo. Esc. 1:200.000. Color. Consultado 03 feb. 2022. Disponible en https://descargas.mgap.gub.uy/DGRN/Comunicaciones/1628_carta_de_reconocimiento_de_suelos_colonia_y_soriano_0.pdf
41. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Estadísticas Agropecuarias, UY). 2020. Anuario Estadístico

- Agropecuario 2020. (en línea). Montevideo. 270 p. Consultado 07 feb. 2022. Disponible en <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2020/ANUARIO2020.pdf>
42. _____. WMS (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Web Map Service, UY). s.f. Cartografía CONEAT. (en línea). s.l. Esc. 1:20.000. Color. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en <http://web.renare.gub.uy/arcgis/services/TEMATICOS/IntConeat/MapServer/WMServer>
43. Mia, M. J.; Massetani, F.; Murri, G.; Facchi, J.; Monaci, E.; Amadio, L.; Neri, D. 2020a. Integrated weed management in high density fruit orchard. (en línea). *Agronomy*. 10(10): 1492. Consultado 30 oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.3390/agronomy10101492>
44. _____.; _____.; _____.; Neri, D. 2020b. Sustainable alternatives to chemicals for weed control in the orchard: A review. (en línea). *Horticultural Science*. 47(1): 1 - 12. Consultado 30 oct. 2022. Disponible en <https://hortsci.agriculturejournals.cz/pdfs/hor/2020/01/01.pdf>
45. MIEM. DNMG (Ministerio de Industria, Energía y Minería. Dirección Nacional de Minería y Geología, UY). 2017. Mapa geológico de la R. O. del Uruguay. (en línea). Montevideo. Esc. 1:100.000. Color. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/publicaciones/Carta%20Geologica%20100%20mil%2C%20Hojas%2083-Rosario%20y%2091-Colonia.pdf>
46. Morales Molina, P. G. 2010. Efecto de diferentes patrones de aplicación del agua y porcentaje de volumen del suelo mojado en la respuesta vegetativa y productiva de árboles jóvenes de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch) cv. "Dixiland". Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 80 p.
47. Munsell Color. 2013. Munsell soil-color charts: With genuine Munsell color chips. Michigan. s.p.
48. OSM (OpenStreetMap Foundation). s.f. OpenStreetMap. (en línea). s.l. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en www.openstreetmap.org

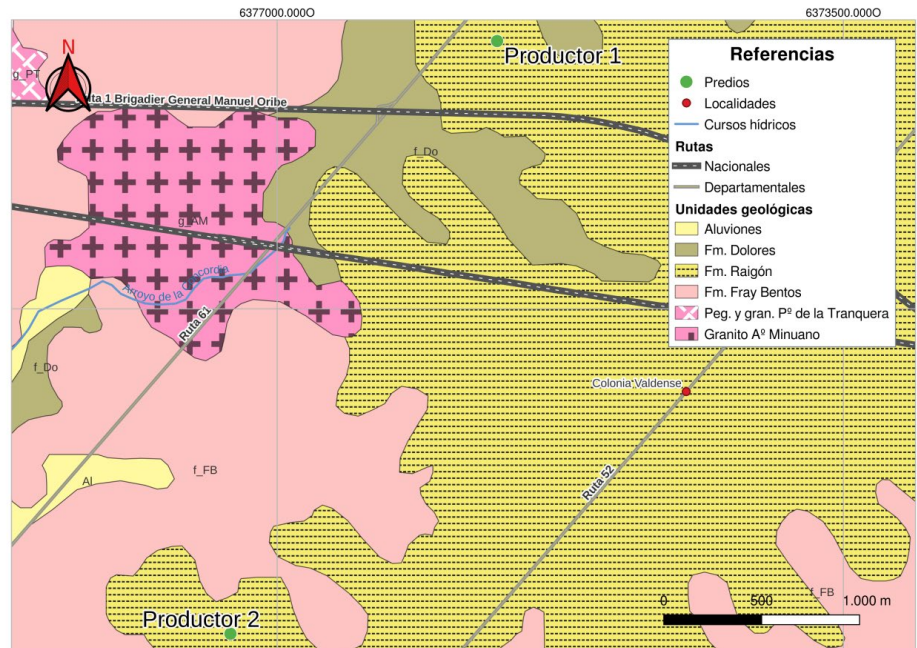
49. Peñalva, M.; Calegari, A. 1999. Abonos verdes como integrantes de sistemas de producción hortícolas y frutícolas. Canelones, MGAP. 154 p.
50. Pérez González, S. 1990. Manual para cultivar duraznero. Ciudad de México, Limusa. 108 p.
51. Primavesi, A. 2016. Manual do solo vivo: Solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2a. ed. São Paulo, Expressão Popular. 205 p.
52. QGIS project. 2022. QGIS versión 3.24.0. (en línea). s.l. Consultado 28 nov. 2022. Disponible en <https://download.qgis.org/downloads/qgis-3.24.0.tar.bz2>
53. Rienzi, E. A.; Maggi, A. E. 2007. Manejo y conservación de suelos de sistemas frutícolas. In: Sozzi, G. O. ed. Árboles frutales: Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 2a. ed. Buenos Aires, Facultad de Agronomía. pp. 343 - 362.
54. Rondoni, M.; Gazzano, I.; Arbulo, N.; Bresciano, D.; Soria, L. 2015. Diversidad de entomofauna y vegetación con manejo agroecológico y convencional en sistemas frutícolas con *Prunus persica*: Aportes al rediseño-Uruguay. (en línea). In: Congreso Latinoamericano de Agroecología (5º., 2015, La Plata, Argentina). Memorias. La Plata, SOCLA. p. irr. Consultado 28 oct. 2022. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52422>
55. Rucks, L.; García, F.; Kaplán, A.; Ponce de León, J.; Hill, M. 2004. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 73 p.
56. Rufato, L.; De Rossi, A.; Piccolotto, L.; Fachinello, J. C. 2006. Plantas de cobertura de solo em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) conduzido no sistema de produção integrada. (en línea). *Ciência Rural*. 36(3): 814 - 821. Consultado 27 oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300014>

57. _____.; _____.; Kretzschmar, A. A.; Picolotto, L.; Fachinello, J. C. 2007. Coberturas vegetais no desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 29(1): 107 - 109. Consultado 28 oct. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000100023>
58. Sánchez, E. E. 2007. Nutrición mineral y fertilización de frutales de hoja caduca. In: Sozzi, G. O. ed. Árboles frutales: Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 2a. ed. Buenos Aires, Facultad de Agronomía. pp. 395 - 434.
59. Schneider, G. W.; Scarborough, C. C. 1961. Cultivo de árboles frutales. Ciudad de México, CECSA. 445 p.
60. Soria, J. 2014. Prólogo. In: Soria-Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. s.p. (Boletín de Divulgación no. 108).
61. _____.; Pisano, J. 2014. Variedades de duraznero y nectarina para el Uruguay. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 85 - 163. (Boletín de Divulgación no. 108).
62. Stefanelli, D.; Zoppolo, R. J.; Perry, R. L.; Weibel, F. 2009. Organic orchard floor management systems for apple effect on rootstock performance in the Midwestern United States. (en línea). HortScience. 44(2): 263 - 267. Consultado 09 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.2.263>
63. Taberner, A. 2013. Alternativas no químicas para el manejo integrado de malezas resistentes. In: Ríos, A. ed. Viabilidad del Glifosato en sistemas productivos sustentables. Montevideo, INIA. pp. 35 - 40.
64. Uchôa, T. L.; Neto, S. E.; Selhost, P. O.; Rodrigues, M. J.; De Galvão, R. 2018. Yellow passion fruit performance in organic crop under mulch. (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura. 40(2): 212. Consultado 09 nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0100-29452018212>

65. Valentini, G. H. 2012. Variedades. (en línea). In: Valentini, G. H.; González, J.; Gordó, M. eds. Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Buenos Aires, INTA. pp. 77 - 91. Consultado 22 oct. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/sp_produccion_duraznero2.pdf
66. Valle, D.; Mujica, V.; Zoppolo, R.; Morelli, E. 2016. Acercamiento a un Manejo Agroecológico de la Psila del Peral. Revista INIA. no. 45: 22 - 24.
67. Venables, W. N.; Smith, D. M.; R Core Team. 2021. An introduction to R: Notes on R: A programming environment for data analysis and graphics version 4.1.1 (2021-08-10). (en línea). s.l. 99 p. Consultado 14 oct. 2021. Disponible en <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>
68. Weller, S. C.; Skroch, W. A.; Monaco, T. J. 1985. Common Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) Interference in newly planted peach (*Prunus persica*) trees. (en línea). Weed Science. 33(1): 50 - 56. Consultado 31 oct. 2022. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/common-bermudagrass-cynodon-dactylon-interference-in-newly-planted-peach-prunus-persica-trees/45F0132803A672BA280AFD72F3A29890#access-block>
69. Zeballos, R.; Cabrera, D.; De Lucca, R. 2014. Planificación del Cultivo: Diseño de plantación. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 49 - 60. (Boletín de Divulgación no. 108).
70. Zoppolo, R.; Stefanelli, D.; Bird, G. W.; Perry, R. L. 2011. Soil properties under different orchard floor management systems for organic apple production. Organic Agriculture. 1: 231 - 246.
71. _____. 2014. Producción orgánica en el cultivo del duraznero. In: Soria Baráibar, J. ed. Manual del duraznero: La planta y la cosecha. Montevideo, INIA. pp. 255 - 279. (Boletín de Divulgación no. 108).
72. _____. 2017. Sistema Vegetal Intensivo. Revista INIA. no. 50: 10 - 15.

10. ANEXOS

Anexo 1. Unidades geológicas presentes en los predios productivos y la zona.



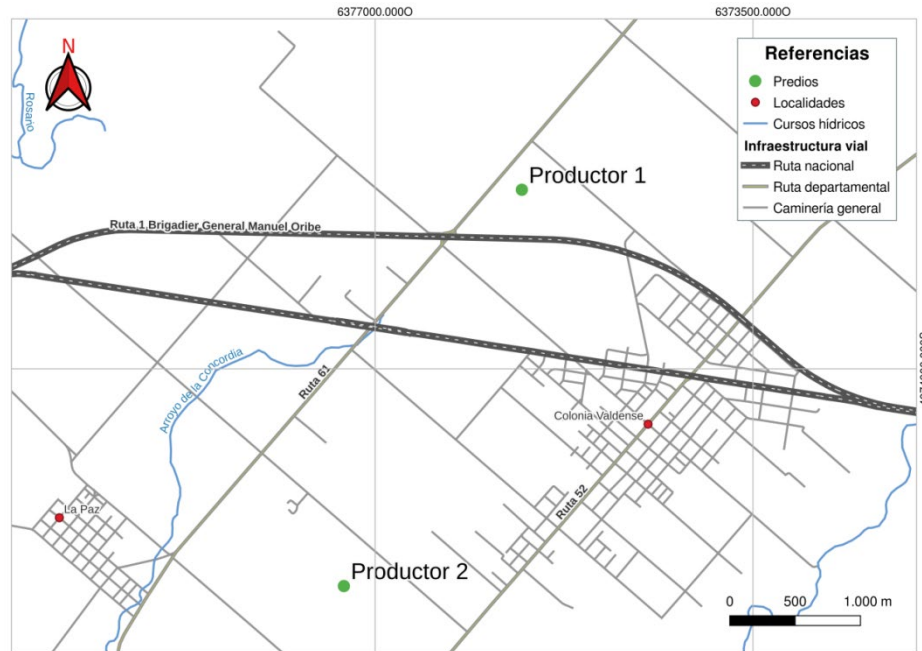
Este mapa se realizó mediante el uso del programa QGIS (QGIS Project, 2022. 34°20'04" S 57°16'51" O) con base en el mapa digital predeterminado (OSM, s.f.), se le añadió a la base de datos el mapa digital de: Mapa geológico de la R.O. del Uruguay (MIEM. DNMG, 2017).

Bibliografía del anexo 1

1. MIEM. DNMG (Ministerio de Industria, Energía y Minería. Dirección Nacional de Minería y Geología, UY). 2017. Mapa geológico de la R. O. del Uruguay. (en línea). Montevideo. Esc. 1:100.000. Color. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/publicaciones/Carta%20Geologica%20100%20mil%2C%20Hojas%2083-Rosario%20y%2091-Colonia.pdf>
2. OSM (OpenStreetMap Foundation). s.f. OpenStreetMap. (en línea). s.l. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en www.openstreetmap.org

3. QGIS project. 2022. QGIS versión 3.24.0. (en línea). s.l. Consultado 28 nov. 2022. Disponible en <https://download.qgis.org/downloads/qgis-3.24.0.tar.bz2>

Anexo 2. Ubicación geográfica de los predios.



Este mapa se realizó mediante el uso del programa QGIS (QGIS Project, 2022. 34°20'04" S 57°16'51" O) con base en el mapa digital predeterminado (OSM, s.f.).

Bibliografía del anexo 2

1. OSM (OpenStreetMap Foundation). s.f. OpenStreetMap. (en línea). s.l. Consultado 14 nov. 2022. Disponible en www.openstreetmap.org
2. QGIS project. 2022. QGIS versión 3.24.0. (en línea). s.l. Consultado 28 nov. 2022. Disponible en <https://download.qgis.org/downloads/qgis-3.24.0.tar.bz2>

Anexo 3. Número de aplicaciones, principios activos y dosis de herbicidas utilizados por el Productor 1 bajo el manejo con mulch y control químico (M+CQ).

Aplicación de herbicida (nº)	PA [concentración]	Dosis	
		(L pc*ha ⁻¹)	(L PA*ha ⁻¹)
1	glifosato+sal potásica [48,8 %]	1,50	0,73
	haloxifop-P-metil [540 g*L ⁻¹]	0,10	0,05
	MCPA + sal dimetilamina [940 g*L ⁻¹]	0,50	0,47
2	glufosinato de amonio [200 g*L ⁻¹]	2,50	0,50
	haloxifop-P-metil [540 g*L ⁻¹]	0,10	0,05
3	glifosato+sal potásica [48,8 %]	3,50	1,71
	MCPA + sal dimetilamina [940 g*L ⁻¹]	0,75	0,71
TOTAL	3	8,95	4,22

PA: principio activo; L pc: litros de producto comercial; L PA: litros de principio activo

Anexo 4. Número de aplicaciones, principios activos y dosis de herbicidas utilizados por el Productor 2 bajo el manejo de control químico (CQ).

Aplicación de herbicida (nº)	PA [concentración]	Dosis		
		(L pc*ha ⁻¹)	(L PA*ha ⁻¹)	
1	glifosato+sal potásica [48,8 %]	2,60	1,27	
2	glufosinato de amonio [200 g*L ⁻¹]	3,75	0,75	
3				
4	glifosato+sal potásica [48,8 %]	2,60	1,27	
5				
TOTAL	5	2	15,3	5,31

PA: principio activo; L pc: litros de producto comercial; L PA: litros de principio activo

Anexo 5. Balance hídrico del monte de durazneros bajo el M.

Decena / Mes	Eto Penman ¹ (mm / decena)	kc	Etc duraznos ² (mm / decena)	Precipitaciones efectivas ¹ (mm / decena)	Riego(mm / decena)	Balance hídrico(mm / decena)
1 / Setiembre '20	16,2	0,22	3,6	27,1		23,5
2 / Setiembre '20	24,0	0,22	5,3	0,0		18,2
3 / Setiembre '20	29,7	0,22	6,6	34,8		46,3
1 / Octubre '20	35,8	0,22	8,0	1,7		40,1
2 / Octubre '20	37,7	0,41	15,4	43,2		67,9
3 / Octubre '20	32,0	0,59	19,0	35,0		83,9
1 / Noviembre '20	44,9	0,78	34,9	0,0	20,1	69,1
2 / Noviembre '20	44,8	0,96	42,9	1,2	20,1	47,5
3 / Noviembre '20	55,6	0,96	53,2	29,2		23,5
1 / Diciembre '20	51,3	0,96	49,1	19,3	40,2	33,9
2 / Diciembre '20	50,3	0,96	48,1	28,3	40,2	54,2
3 / Diciembre '20	67,6	0,96	64,7	14,0	100,4	103,9
1 / Enero '21	53,3	0,96	51,0	41,6	40,2	118,0
2 / Enero '21	54,0	0,96	51,7	23,2	60,2	118,0
3 / Enero '21	55,8	0,96	53,4	84,9		118,0
1 / Febrero '21	37,8	0,96	36,2	32,5		114,3
2 / Febrero '21	36,9	0,96	35,3	34,3		113,3
3 / Febrero '21	37,9	0,96	36,3	37,0		114,0
1 / Marzo '21	37,7	0,96	36,1	0,0		78,0
2 / Marzo '21	28,8	0,96	27,6	21,0		71,4
3 / Marzo '21	25,4	0,87	22,1	62,8		112,1
1 / Abril '21	24,8	0,78	19,4	60,0		118,0
2 / Abril '21	20,7	0,70	14,4	0,3		103,9
3 / Abril '21	19,0	0,70	13,2	16,6		107,3

¹INIA-GRAS, 2022. ²Corregida por kc (FAO, 2006). ³Según textura hasta 60 cm (Kaplan et al., 2015).

Nota de los Anexos 5 y 6. Si bien los manejos M y M+CQ se ubican dentro del mismo monte de durazneros, se constató una diferencia significativa en el aporte de agua de riego en las cintas de gotero entre el M ($2,51 \pm 0,1$ mm) y el M+CQ ($2,31 \pm 0,11$ mm) (p -valor $<0,01$).

Para la estimación de la evapotranspiración de los durazneros (Etc), se utilizó los datos de evapotranspiración potencial (Eto) del registro agroclimático de la Estación Experimental de INIA La Estanzuela (INIA LE, en adelante) (INIA, s.f.), y se ajustó el coeficiente del cultivo (kc) en base a las fórmulas propuestas por FAO (2006) y los datos de cobertura del suelo. En cuanto al cálculo del balance hídrico de los montes frutales, se estimó la capacidad de retener agua de los suelos en base a sus propiedades físicas (Kaplan et al., 2015); para el aporte de agua, se midió el caudal de las cintas de gotero y se utilizó el registro de precipitaciones efectivas del registro agroclimático de INIA LE (INIA, s.f.).

Bibliografía del anexo 5

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. (en línea). Roma. 298 p. (FAO Riego y Drenaje no. 56). Consultado 22 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

2. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 18 dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
3. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. 2015. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.

Anexo 6. Balance hídrico del monte de durazneros bajo el mulch+control químico(M+CQ).

Decena / Mes	Eto Penman ¹ (mm / decena)	kc	Etc duraznos ² (mm / decena)	Precipitaciones efectivas ³ (mm / decena)	Riego(mm / decena)	Balance hídrico(mm / decena)
1 / Setiembre '20	16,2	0,22	3,5	27,1		23,6
2 / Setiembre '20	24,0	0,22	5,2	0,0		18,3
3 / Setiembre '20	29,7	0,22	6,5	34,8		46,6
1 / Octubre '20	35,8	0,22	7,8	1,7		40,5
2 / Octubre '20	37,7	0,29	10,9	43,2		72,8
3 / Octubre '20	32,0	0,36	11,5	35,0		96,4
1 / Noviembre '20	44,9	0,43	19,2	0,0	18,5	95,6
2 / Noviembre '20	44,8	0,50	22,2	1,2	18,5	93,1
3 / Noviembre '20	55,6	0,50	27,5	29,2		94,8
1 / Diciembre '20	51,3	0,50	25,4	19,3	37,0	118,0
2 / Diciembre '20	50,3	0,50	24,9	28,3	37,0	118,0
3 / Diciembre '20	67,6	0,50	33,5	14,0	92,4	118,0
1 / Enero '21	53,3	0,50	26,4	41,6	37,0	118,0
2 / Enero '21	54,0	0,50	26,7	23,2	55,4	118,0
3 / Enero '21	55,8	0,50	27,6	84,9		118,0
1 / Febrero '21	37,8	0,50	18,7	32,5		118,0
2 / Febrero '21	36,9	0,50	18,3	34,3		118,0
3 / Febrero '21	37,9	0,50	18,8	37,0		118,0
1 / Marzo '21	37,7	0,50	18,7	0,0		99,3
2 / Marzo '21	28,8	0,50	14,3	21,0		106,1
3 / Marzo '21	25,4	0,44	11,1	62,8		118,0
1 / Abril '21	24,8	0,38	9,5	60,0		118,0
2 / Abril '21	20,7	0,33	6,8	0,3		111,5
3 / Abril '21	19,0	0,33	6,3	16,6		118,0

¹INIA-GRAS, 2022. ²Corregida por kc (FAO, 2006). ³Según textura hasta 60 cm (Kaplan *et al.*, 2015).

Nota de los Anexos 5 y 6. Si bien los manejos M y M+CQ se ubican dentro del mismo monte de durazneros, se constató una diferencia significativa en el aporte de agua de riego en las cintas de gotero entre el M (2,51±0,1 mm) y el M+CQ (2,31±0,11 mm) (p-valor<0,01).

Para la estimación de la evapotranspiración de los durazneros (Etc), se utilizó los datos de evapotranspiración potencial (Eto) del registro agroclimático de la Estación Experimental de INIA La Estanzuela (INIA LE, en adelante) (INIA, s.f.), y se ajustó el coeficiente del cultivo (kc) en base a las fórmulas propuestas por FAO (2006) y los datos de cobertura del suelo. En cuanto al cálculo del balance hídrico de los montes frutales, se estimó la capacidad de retener agua de los suelos en base a sus propiedades físicas (Kaplan *et al.*, 2015); para el aporte de agua, se midió el caudal de las cintas de gotero y se utilizó el registro de precipitaciones efectivas del registro agroclimático de INIA LE (INIA, s.f.).

Bibliografía del anexo 6

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. (en línea). Roma. 298 p. (FAO Riego y Drenaje no. 56). Consultado 22 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

2. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 18 dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
3. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. 2015. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.

Anexo 7. Balance hídrico del monte de durazneros bajo el control químico (CQ).

Decena / Mes	Eto Penman ¹ (mm / decena)	kc	Etc duraznos ² (mm / decena)	Precipitaciones efectivas ³ (mm / decena)	Riego(mm / decena)	Balance hídrico(mm / decena)
1 / Setiembre '20	16,2	0,42	6,8	27,1		20,3
2 / Setiembre '20	24,0	0,42	10,1	0,0		10,2
3 / Setiembre '20	29,7	0,42	12,5	34,8		32,5
1 / Octubre '20	35,8	0,42	15,0	1,7		19,2
2 / Octubre '20	37,7	0,59	22,2	43,2		40,2
3 / Octubre '20	32,0	0,76	24,3	35,0		50,8
1 / Noviembre '20	44,9	0,93	41,8	0,0		9,1
2 / Noviembre '20	44,8	1,10	49,3	1,2		-39,0
3 / Noviembre '20	55,6	1,10	61,2	29,2		-71,0
1 / Diciembre '20	51,3	1,10	56,4	19,3	126,6	18,5
2 / Diciembre '20	50,3	1,10	55,3	28,3	90,4	81,8
3 / Diciembre '20	67,6	1,10	74,4	14,0	126,6	123,5
1 / Enero '21	53,3	1,10	58,6	41,6	72,3	123,5
2 / Enero '21	54,0	1,10	59,4	23,2	90,4	123,5
3 / Enero '21	55,8	1,10	61,4	84,9		123,5
1 / Febrero '21	37,8	1,10	41,6	32,5		114,4
2 / Febrero '21	36,9	1,10	40,6	34,3		108,1
3 / Febrero '21	37,9	1,10	41,7	37,0		103,4
1 / Marzo '21	37,7	1,10	41,5	0,0		62,0
2 / Marzo '21	28,8	1,10	31,7	21,0		51,3
3 / Marzo '21	25,4	1,00	25,4	62,8		88,7
1 / Abril '21	24,8	0,90	22,3	60,0		123,5
2 / Abril '21	20,7	0,80	16,6	0,3		107,2
3 / Abril '21	19,0	0,80	15,2	16,6		108,6

¹INIA-GRAS, 2022. ²Corregida por kc (FAO, 2006). ³Según textura hasta 60 cm (Kaplan et al., 2015).

Para la estimación de la evapotranspiración de los durazneros (Etc), se utilizó los datos de evapotranspiración potencial (Eto) del registro agroclimático de la Estación Experimental de INIA La Estanzuela (INIA LE, en adelante) (INIA, s.f.), y se ajustó el coeficiente del cultivo (kc) en base a las fórmulas propuestas por FAO (2006) y los datos de cobertura del suelo. En cuanto al cálculo del balance hídrico de los montes frutales, se estimó la capacidad de retener agua de los suelos en base a sus propiedades físicas (Kaplan et al., 2015); para el aporte de agua, se midió el caudal de las cintas de gotero y se utilizó el registro de precipitaciones efectivas del registro agroclimático de INIA LE (INIA, s.f.).

Bibliografía del anexo 7

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. (en línea). Roma. 298 p. (FAO Riego y Drenaje no. 56). Consultado 22 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

2. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). s.f. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 18 dic. 2022. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
3. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. 2015. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.

Anexo 8. Encostramiento superficial bajo el CQ, evidenciado en el muestreo de la DAp.



Anexo 9. Proporción de plántulas bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en las dos fechas de medición.

Fecha de medición	Manejo	Plántulas		
		Media ajustada (%)	Desvío estándar (%)	t-Student (p-valor)
16/07/2020	M	85,67	10,32	0,91
	M+CQ	86,33	18,85	
	CQ	20,00	12,68	-
12/03/2021	M	2,67	2,58	0,07
	M+CQ	20,67	35,35	
	CQ	0,67	1,76	-

Anexo 10. Proporción de plantas bajo los tres manejos (M: mulch; M+CQ: mulch+control químico; CQ: control químico) en las dos fechas de medición.

Fecha de medición	Manejo	Plantas		
		Media ajustada (%)	Desvío estándar (%)	t-Student (p-valor)
16/07/2020	M	14,33	10,33	0,91
	M+CQ	13,67	18,85	
	CQ	80,00	12,68	
12/03/2021	M	97,33	2,58	0,07
	M+CQ	79,33	35,35	
	CQ	99,33	1,76	