

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“MANEJO AGRONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN
MANDARINA BAJO CONDICIONES DE SAYÁN”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

VALERIA ALFONSINA NORIEGA ALAYO

LIMA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“MANEJO AGRONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN MANDARINA
BAJO CONDICIONES DE SAYÁN”**

Valeria Alfonsina Noriega Alayo

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Liliana Aragón Caballero
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. María del Carmen Gonzales Miranda
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Alejandro Llanos Melo
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Alfonso y Elena por el apoyo y el sacrificio que han hecho para que pueda lograr lo que quiero. A mis hermanos Jesús y Rita por estar siempre a mi lado. A mis abuelos por ser las estrellas que iluminan mi camino.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar presente y guiarme en todo momento.

A la Ing. Mg. Sc. Liliana Aragón por su paciencia, dedicación y su asesoría en la elaboración del presente trabajo.

A todos los profesores de la UNALM por compartir su conocimiento conmigo.

A mis amigos y compañeros de trabajo por los lindos momentos y por sus enseñanzas.

A todas las personas que creyeron en mi, por su apoyo y sus palabras para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	2
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1.	Taxonomía	3
3.2.	Características	3
3.3.	Condiciones agroclimáticas	4
3.3.1.	Clima.....	4
3.3.2.	Suelo	4
3.4.	Variedades.....	5
3.5.	Principales labores.....	7
3.5.1.	Poda	7
3.5.2.	Riego.....	8
3.5.3.	Fertilización.....	8
3.5.4.	Plagas	10
3.5.5.	Enfermedades	13
3.5.6.	Malezas	15
3.5.7.	Anillado.....	15
3.5.8.	Raleo	15
3.5.9.	Cosecha	16
IV.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
4.1.	Condiciones agroclimáticas	17
4.1.1.	Clima.....	17
4.1.2.	Suelo	17

4.2.	Variedades.....	18
4.3.	Principales labores.....	20
4.3.1.	Poda	20
4.3.2.	Riego.....	21
4.3.3.	Fertilización.....	24
4.3.4.	Plagas, enfermedades y malezas	25
4.3.4.1.	Plagas	26
4.3.4.2.	Enfermedades	33
4.3.4.3.	Malezas	34
4.3.5.	Anillado.....	34
4.3.6.	Raleo	36
4.3.7.	Colocación de “orquetas”	37
4.3.8.	Cosecha	38
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1.	Conclusiones	41
5.2.	Recomendaciones.....	42
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
VII.	ANEXOS.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de la Mandarina	3
Tabla 2: Funciones principales, síntomas de las deficiencias y excesos de macronutrientes en cítricos	9
Tabla 3: Funciones y síntomas de deficiencias de los micronutrientes en cítricos.....	9
Tabla 4: Necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio de los cítricos en función a la edad de la plantación.....	10
Tabla 5: Principales características del suelo en las variedades Satsuma Owari y W. Murcott en la zona de Sayán.....	17
Tabla 6: Relación de valores de CE, clasificación de salinidad y calidad de agua.....	22
Tabla 7: Distribución de nutrientes (kg/ha) para mandarina Satsuma Owari.....	25
Tabla 8: Lista de productos químicos utilizados en mandarina Satsuma Owari y W. Murcott para el control de Ácaro del tostado.....	31
Tabla 9: Lista de productos químicos utilizados en mandarina Satsuma Owari y W. Murcott para el control de Araña roja	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plantación de mandarina Satsuma Owari (Fotografía propia).....	18
Figura 2: Distanciamiento de plantación en surco mellizo para la mandarina Satsuma Owari (Elaboración propia)	18
Figura 3: Plantación de mandarina W. Murcott (Fotografía propia)	19
Figura 4: Distanciamiento de plantación en surco simple para la mandarina W. Murcott (Elaboración propia)	19
Figura 5: Reporte de medición de CE del suelo (Fotografía propia).....	23
Figura 6: Dotación de agua según la fenología en la mandarina Satsuma Owari (Elaboración propia)	24
Figura 7: Dotación de agua según la fenología en la mandarina W. Murcott (Elaboración propia)	24
Figura 8: Individuos de moscas blancas (Fotografía propia)	26
Figura 9: Fruto de mandarina W. Murcott cubierto por fumagina (Fotografía propia)	27
Figura 10: Incidencia de pulgón en brotes de mandarina Satsuma Owari (Fotografía propia)	27
Figura 11: Mina de larva de <i>Phyllocnistis citrella</i> en brote de mandarina (Fotografía propia)	28
Figura 12: Trampas amarilla con feromona de <i>Phyllocnistis citrella</i> (Fotografía propia) ...	29
Figura 13: Larva de <i>Argyrotaenia sphaleropa</i> alimentándose de un fruto de W. Murcott (Fotografía propia).....	30
Figura 14: Trampa Mcphail para el control de hembras de mosca de la fruta (Fuente: Adaptado de “La lucha amigable contra la mosca de la fruta”. Trelles, 2020)	32
Figura 15: Trampa Jackson para control de machos de mosca de la fruta (Fuente: Adaptado de “La lucha amigable contra la mosca de la fruta”. Trelles, 2020)	33
Figura 16: Verificación del tamaño de fruto en el suelo y en la planta para la variedad W. Murcott (Fotografía propia).....	35

Figura 17: Tijera para anillar ramas de mandarina (Fotografía propia).....	36
Figura 18: Color de fruta cosechada en la variedad Satsuma Owari (Fotografía propia)....	39
Figura 19: Color de fruta cosechada en la variedad W. Murcott (Fotografía propia).....	39
Figura 20: Tijeras y bolsas para cosechar mandarina (Fotografía propia).....	39
Figura 21: Jabas de mandarina sobre parihuela (Fotografía propia).....	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Interpretación de análisis de aguas	47
Anexo 2: Listado de las plagas principales que se presentan en la Mandarina Satsuma Owari según su ciclo fenológico	48
Anexo 3: Listado de las plagas principales que se presentan en la Mandarina W. Murcott, según su ciclo fenológico	48
Anexo 4: Tabla de colores para mandarina fresca	49
Anexo 5: Descripción de las principales labores en la Variedad Satsuma Owari según el estado fenológico bajo las condiciones de Santa Rosa-Sayán.....	50
Anexo 6: Descripción de las principales labores en la Variedad W. Murcott según el estado fenológico bajo las condiciones de Santa Rosa-Sayán.	51

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se desarrolló con el fin de dar a conocer el manejo agronómico que requiere un campo de mandarinas de exportación de las variedades Satsuma Owari y W. Murcott bajo las condiciones de Sayán. Para ello, se han supervisado las labores agrícolas durante 5 campañas y se han podido definir aquellas que se realizan constantemente como el riego, la fertilización y las aplicaciones fitosanitarias; y las que se realizan en determinados momentos como la poda, el raleo, el anillado, colocación de “orquetas” y la cosecha. El proceso de producción de las mandarinas empieza con la poda, cuyo propósito es equilibrar la plantación de tal manera que se pueda obtener frutos de buena calidad según su tamaño y distribución. Luego se inician las labores de riego y fertilización para obtener el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo; a su vez, se deben realizar las labores de evaluación de plagas, enfermedades y/o malezas para concretar el control que requieren, manteniéndolas por debajo del umbral de daño económico. Luego se realizan las labores de anillado, en el caso de la mandarina W. Murcott, para asegurar el cuajado de frutos y evitar caídas excesivas que generan pérdidas de producción. Una vez que éstos hayan obtenido la fuerza para no caer de la planta, particularmente en la mandarina Satsuma Owari, se ralean; es decir, se elimina el exceso de los frutos para favorecer su crecimiento y cuando éstos hayan desarrollado, se deben colocar “orquetas” para sostener las ramas y evitar el roce con el suelo. Por último, se cosecharán los frutos maduros y se limpiará el campo para la campaña siguiente. En conclusión, se supervisaron las principales labores agrícolas que se realizaron en el campo de mandarinas de exportación, para las variedades Satsuma Owari y W. Murcott, con la finalidad de garantizar buena producción y alta calidad de frutos.

I. INTRODUCCIÓN

La citricultura en el Perú ha tenido a lo largo de los años una creciente tendencia en la exportación, siendo los principales destinos: Estados Unidos, Europa y China, además se están abriendo nuevos mercados importantes como la India, Vietnam y Filipinas (Seva, 2020).

En los últimos años, el Perú se ha posicionado dentro de los 5 principales exportadores cítricos australes, puesto que ha pasado de exportar volúmenes mínimos a exportar en el 2020 más de 270 000 toneladas. Esto, debido a que la demanda extranjera esta orientada al consumo de alimentos saludables como las frutas con altos contenidos de vitaminas (como la Vit. C) y antioxidantes (Ernst, 2021).

Dentro de todos los cítricos que se producen en Perú, la mandarina ocupa el primer lugar en la exportación debido a que representa, aproximadamente, el 80% de los envíos totales (Seva, 2020). Incluso el 2020, a pesar de la pandemia y la crisis económica, las exportaciones de mandarina se incrementaron en un 40% con respecto al año anterior, alcanzando las 200 000 toneladas de mandarina exportada (Ernst, 2021).

Los principales productores de mandarina a nivel nacional durante el 2020 fueron Lima, liderando con un 45%; seguido de Ica con un 44% y en el tercer lugar, La Libertad con un 10% de la exportación total (AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS, 2020). En estos departamentos se cultivan variedades tardías como la W. Murcott y Tango, puesto que se exportan entre los meses de junio- septiembre; y las, tempraneras como las Satsumas y Clementinas que tienen una ventana de exportación entre marzo- julio. Las cuatro variedades de mandarinas mencionadas tienen como principales características la facilidad al pelar (“easy peelers”) y el escaso o nulo contenido de semillas. Finalmente, así como la exportación ha ido incrementándose a través de los años, la producción local también, por eso es indispensable asegurar la calidad de la fruta teniendo un buen control sobre las labores agrícolas realizadas durante todo el ciclo fenológico del cultivo.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir las principales labores agrícolas que se realizan en el cultivo de mandarina de exportación para la zona de Santa Rosa- Sayán.

Objetivo Específico

- Describir el control de plagas y tratamientos que se requieren para obtener frutos de calidad exportable.
- Describir la práctica de anillado como una alternativa, para favorecer el cuajado de frutos en la variedad W. Murcott.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Taxonomía

Las mandarinas pertenecen a la orden Sapindales de la familia de las rutáceas, del género Citrus, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de la Mandarina

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Rutáceas
Subfamilia	Citroideae
Tribu	Citrae
Género	Citrus

Nota: Elaboración propia en base a ECURED, s.f.

3.2. Características

Los árboles de las especies del género Citrus pueden ser desde erectos hasta globosos, en donde las hojas son: perennes, de duración variable, unifoliadas y, generalmente, en el caso de mandarinas tienen un tamaño pequeño. Poseen flores organizadas en inflorescencias uni y multiflorales, algunas tienen hojas y otras no, con 5 sépalos verdes, 5 pétalos blancos, tienen entre 20 a 40 estambres soldados cuyo polen no siempre es fértil y de 8 a 10 carpelos soldados. En las variedades con semilla, cada uno, pueden contener de 4 a 8 óvulos. Los frutos están formados por un ovario simple de 8 a 10 carpelos soldados (segmentos) rodeados de una corteza resistente; tienen forma esférica, aplanada u oval; la pulpa tiene vesículas que contienen el zumo y están unidas a las paredes dorsales de los segmentos a través de un filamento vascular. La cáscara tiene glándulas con aceites esenciales, de colores amarillo-verdoso (limas, limones y pomelos) o anaranjado (naranjas y mandarinas). En las variedades que presentan semillas, éstas son redondeadas u ovoides y contienen uno o más embriones (Agustí, 2012).

3.3. Condiciones agroclimáticas

3.3.1. Clima

El clima es uno de los factores más importantes en las características de las plantas porque influyen en la altura, aspecto de las hojas, en el tamaño y calidad de los frutos. Los cítricos se cultivan en regiones tropicales y subtropicales adaptándose entre los paralelos 44° Norte 41° Sur (González y Tullo, 2019).

La temperatura en zonas tropicales hace que los frutos crezcan más rápido que en zonas subtropicales; sin embargo, el crecimiento de mandarinas se interrumpe cuando la temperatura está por debajo de 12.5 °C y el metabolismo se puede incrementar cuando asciende hasta 30 °C, resaltando que las temperaturas óptimas varían desde los 21 °C a 27 °C. Por otro lado, las temperaturas muy altas podrían afectar la floración y el cuajado de frutos (López y Morales, 2007).

Otros factores que influyen en el desarrollo de las mandarinas son: la luz solar, que incrementa los sólidos solubles de las frutas; las precipitaciones, que en muchos campos mantienen la humedad del suelo y la humedad relativa, que afecta principalmente en el tamaño de los frutos. En zonas de alta humedad relativa los frutos son redondos y achatados, hay mayor incidencia de hongos y la cáscara se hace más delgada; en cambio, en zonas de baja humedad relativa los frutos son alargados u ovalados y disminuye la producción de aceites en la cáscara (López y Morales, 2007).

3.3.2. Suelo

Los cítricos se adaptan a diferentes tipos de suelo, desde francos en la Costa hasta suelos arcillosos en la Selva del Perú. Además, las características del suelo determinan en cierta medida la productividad, longevidad, sanidad y la calidad de las frutas. Por ello, antes de elegir un terreno, es importante verificar las condiciones del suelo para elegir el patrón más adecuado. Lo recomendable es que el suelo tenga buena aireación, sea permeable, buen drenaje para evitar encharcamientos y como mínimo 1 a 2 metros de profundidad para que el sistema radicular se desarrolle por completo (González y Tullo, 2019).

Por otro lado, se deben analizar las propiedades químicas del suelo para determinar la proporción de la materia orgánica y la disponibilidad nutrientes minerales que existen. Asimismo, se prefieren los suelos ricos en nutrientes a los pobres. El análisis de suelo también brinda información acerca del pH, es decir el grado de acidez o alcalinidad del suelo,

siendo los valores entre 5.5 y 6.5 los que tienen una gran disponibilidad de elementos. Los suelos con pH por encima o debajo de estos valores, deben corregirse (González y Tullo, 2019).

Los mejores suelos para mandarina son: los que tienen textura media; con 20% de arcilla, para que se desarrollen las raíces entre los 40 a 60 cm; con buen drenaje; pH de 5 a 6 y de una buena disponibilidad de nutrientes y materia orgánica (López y Morales, 2007).

3.4. Variedades

Dentro del género Citrus, las principales variedades que se producen en Perú son las mandarinas (clementinas, satsumas, algunos híbridos), las naranjas, limas y pomelos.

Clementinas: tienen hojas lanceoladas, las plantas son vigorosas con follaje denso. Las variedades de este tipo de mandarina son productivas, con frutos de tamaño pequeño, fáciles de pelar y sensibles al bufado. Normalmente no tienen semillas como la clementina fina o clemenules (Agustí, 2012).

Satsumas: dentro de este grupo encontramos:

- **Okitsu:** los árboles son medianos y poco vigorosos, no tienen ramas laterales y su follaje es poco denso. Tienen flores grandes y con anteras de color blanco crema sin granos de polen. Los frutos son más aplanados, con buen tamaño y cáscara un poco más delgada que la Satsuma Clausellina (Agustí, 2012).
- **Owari:** es una variedad tempranera, cuyo origen es Japón. Los árboles son vigorosos con ramas largas y follaje poco denso. Las hojas son grandes de color verde oscuro y cóncavas en la unión con el peciolo. En promedio, los frutos son de tamaño mediano, tienden a bufarse fácilmente y tienen un buen porcentaje de zumo. Las flores son grandes y tienen anteras blancas sin granos de polen (Agustí, 2012).

Híbridos: tienen flores pequeñas con anteras amarillas y una buena cantidad de granos de polen muy viables, por lo que podrían tener semillas. Los frutos son de color anaranjado a anaranjado rojizo, tienen buen tamaño, alto contenido de zumo y °Brix. Los principales son:

- **Nova:** generada por el cruce entre clementino Fino y tangelo Orlando. Los árboles son vigorosos y no tienen espinas, en el caso que tuvieran son pequeñas y podrían desaparecer. Las hojas son lanceoladas, de color verde claro y con peciolo corto. La floración es abundante. Los frutos van de medianos a grandes y son de color naranja

rojizo. Esta variedad es partenocárpica y autoincompatible. El polen es altamente viable, puede polinizar a otras variedades y generar gran cantidad de semillas. La cáscara es fina, brillante y está muy adherida a la pulpa. No tiende a bufarse, pero sí a rajarse y a desprenderse del árbol durante las estaciones de bajas temperaturas (INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS [IVIA], s.f.).

- **Fortune:** Cruce de clementino Fino y mandarina Dany. Los árboles son vigorosos, frondosos y tienen ramas con espinas. Las hojas tienen peciolo corto, sin alar y son de color verde oscuro. Tienen flores pequeñas y con abundantes granos de polen de muy alta viabilidad por lo que pueden producir muchas semillas. Los frutos son grandes, tienen alta acidez y un buen contenido de zumo, pero tienden a rajarse y en bajas temperaturas presentan “pitting”. Este híbrido es muy productivo, partenocárpico y autoincompatible (IVIA, s.f.).
- **Orri,** Es una variedad autocompatible, originaria de Israel por la irradiación de yemas del híbrido Orah. Las plantas son frondosas, vigorosas y tienen algunas espinas pequeñas. El polen es poco viable y los frutos son fáciles de pelar, medianos y de color anaranjado amarillento. Podría presentar problemas de cuajado de frutos y alternancia en las cosechas (IVIA, s.f.).
- **Murcott,** Originario de parentales desconocidos en USA. El árbol tiene muchas ramas con espinas pequeñas y de condición vigorosa. Puede autopolinizarse o polinizar a otras variedades, puesto que el polen es medianamente viable. El fruto es de color anaranjado y tiende a rajarse. En esta variedad la producción se alterna de una campaña a otra, eso indica que si un año tiene alta producción al año siguiente podría ser más baja (IVIA, s.f.).
- **W. Murcott (Afourer, Nadorcott),** Variedad partenocárpica y autoincompatible, originaria de una semilla de Murcott en Marruecos. Las plantas son vigorosas y muy productivas. El polen es altamente viable, por lo que podría presentar semillas si hay polinización cruzada. Los frutos son de color anaranjado intenso, de forma achatada y muy fáciles de pelar (Pons, 2019).
- **Tang Gold (Tango),** Es una variedad partenocárpica y autoincompatible, originaria por la irradiación de yemas de la variedad Afourer- W. Murcott. El árbol es vigoroso y de porte erecto. La viabilidad del polen es muy baja por lo que no presenta semilla. Los frutos son ligeramente más pequeños que los de la variedad W. Murcott (IVIA, s.f.).

3.5. Principales labores

3.5.1. Poda

Esta labor consiste en eliminar o acortar ciertas ramas para provocar un equilibrio fisiológico entre la parte vegetativa y productiva de las plantas. Esta práctica detiene el crecimiento natural de las ramas puesto que, elimina la dominancia apical generando la formación de brotes laterales (Orduz-Rodríguez y Mateus, 2012).

Según Furió (2017), los objetivos de la poda son:

- mejorar aireación y la iluminación, por ende, aumentar la tasa fotosintética de las plantas.
- mejorar el control de plagas, porque al cortar ramas internas los productos químicos ingresen con mayor facilidad.
- mejorar la distribución y la calidad de los frutos (aumentan su tamaño).
- eliminar ramas viejas, secas y enfermas.
- controlar la alternancia de producción.

Tipos de poda

Poda de formación. Tiene como finalidad favorecer el crecimiento de las plantas y generar mayor producción, lo antes posible. Las plantas deberán tener solo un tallo principal de 50 a 60 cm, a partir del cual se seleccionarán solo 3 ramas opuestas y con la misma altura. También se deberán cortar los brotes tiernos del patrón, para no generar mayor daño en el tallo principal (González y Tullo, 2019).

Poda de fructificación y mantenimiento. Se realiza después de la cosecha, a partir del tercer o cuarto año, y consiste en la eliminación de ramas delgadas, verticales, pequeñas y reseca, también se despuntan las ramas altas y se cortan los brotes que salen del patrón. Este tipo de poda mejorará la iluminación, la nutrición, el tamaño y la distribución de los frutos (INSTITUTO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN AGRICULTURA S.C. [INTAGRI], s.f.).

Poda de restauración o regeneración. Es una poda severa que busca la recuperación de producción de una planta, a través de la formación de una nueva copa. Se realiza en árboles adultos o enfermos (Furió, 2017; SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA DEL PERÚ [SENASA], 2020).

3.5.2. Riego.

La dotación de agua es indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pues interviene en los procesos fisiológicos como fotosíntesis, respiración, reacciones metabólicas absorción de nutrientes, entre otras. Se ha determinado que los cítricos requieren entre 889 mm y 1219 mm de agua/año; darle a la planta una cantidad menor de agua podría detener su desarrollo normal alterando los procesos como floración (INTAGRI S.C., s.f.) y fructificación. El déficit hídrico aumenta la caída fisiológica, reduce el calibre de los frutos que logran cuajar y éstos tendrían bajo contenido de zumo, lo que conlleva a tener un menor rendimiento (Ferreya y Selles, 2011).

Cabe resaltar que, en ciertos periodos de desarrollo de los cítricos se provoca un ligero déficit hídrico para generar estrés e inducir a la floración. Después, las plantas se vuelven a activar con una rehidratación que conlleva a las fases de brotación y floración (Ordúz-Rodríguez y Mateus, 2012).

3.5.3. Fertilización

La fertilización tiene como finalidad mejorar la producción, reponer los elementos extraídos por las plantas y adicionar los nutrientes que le faltan al suelo. Para ello, se debe considerar la producción de las plantas, la edad, el número de árboles, el tipo de suelo y la calidad de agua. Logrando precisar las fuentes y las dosis para el cultivo, puesto que las deficiencias nutricionales podrían reducir los rendimientos y ocasionar defectos en la calidad de los frutos (Ordúz-Rodríguez y Mateus, 2012).

Los nutrientes que requieren las plantas se clasifican en dos: los macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); y micronutrientes tales como hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), cloro (Cl), molibdeno (Mo) y níquel (Ni) (Ordúz-Rodríguez y Mateus, 2012). En la Tabla 2, se describen las principales funciones, síntomas de deficiencias y excesos de los macronutrientes y en la Tabla 3, las funciones y síntomas de deficiencias de los micronutrientes en las plantas; con ambas tablas se pueden observar los síntomas que podría presentar una planta cuando le falta o sobra algún elemento, para poder tomar la decisión de aportar o reducir dicho nutriente en la fertilización.

Tabla 2: Funciones principales, síntomas de las deficiencias y excesos de macronutrientes en cítricos

Elemento	Función	Deficiencia	Exceso
Nitrógeno	Incrementa el desarrollo vegetativo y la floración. Este elemento se requiere durante todo el desarrollo del cultivo	Amarillamiento en hojas y pérdida de vigor en plantas.	Afecta sobre el tamaño y calidad de los frutos.
Fósforo	Interviene en los procesos anabólicos y catabólicos, además participa en la transformación de energía. El fósforo se requiere en la floración.	Floración reducida. Afecta la calidad del fruto (disminuye la firmeza, separación de gajos, bajo contenido de zumo, incremento de acidez)	Dificulta la absorción de otros elementos como el zinc, cobre y el calcio (solo cuando hay déficit).
Potasio	Mantiene la turgencia de la planta y el efecto balanceado entre la respiración, transpiración y anabolismo. Influye en la calidad del fruto Su mayor demanda es al fin de la floración, caída fisiológica y maduración de frutos.	Hojas enrolladas, pérdida de vigor en plantas. Frutos pequeños, cáscara delgada y tendencia a caer. Alto contenido de zumo, pero poco ácido.	Frutos con cáscara gruesa y con tendencia a la pudrición. Dificulta la absorción de magnesio o calcio (solo cuando hay déficit).
Calcio	Influye en el desarrollo vegetativo de los cítricos. Regula la permeabilidad de membranas celulares.	Pérdida de vigor, reducción del desarrollo de la planta, se secan las puntas de las ramas y defoliación, deficiente desarrollo de raíces. Frutos pequeños y deformados.	-
Magnesio	Importante en la producción de clorofila.	Amarillamiento en hojas, principalmente, maduras y en forma "V" invertida de color verde. Frutos pequeños con cáscara delgada y bajo contenido de azúcares y acidez.	-
Azufre	Forma parte de los aminoácidos.	Hojas de color verde pálido y encorvamiento de las puntas a la base.	-

Nota: Elaboración propia en base a Cítricos: Cultivo, poscosecha e industrialización, 2012; InfoAgro, 2016.

Tabla 3: Funciones y síntomas de deficiencias de los micronutrientes en cítricos

Elemento	Función	Deficiencia
Zinc	Relacionado con la presencia de clorofila	Amarillamiento entre las nervaduras de las hojas, las cuales son puntiagudas y estrechas.
Boro	Importante en la división celular y en la polinización. Relacionado al crecimiento de brotes y al cuajado de frutos.	Bolsas de goma en la corteza de los frutos.

Manganeso	Imprescindible en la formación de clorofila, reducción de nitratos y en la respiración.	Amarillamiento irregular en hojas nuevas. Envejecimiento temprano.
Cobre	Participa en procesos enzimáticos y en la síntesis de clorofila.	Hojas verdes oscuras de gran tamaño. Los frutos pueden reventarse.
Hierro	Es clave en la respiración, fotosíntesis, reducción de nitratos y sulfatos.	Hojas decoloradas, generalmente desde la parte superior de la planta.
Molibdeno	Relacionada con la asimilación del nitrógeno	Las hojas presentan manchas amarillas en forma de círculos en las nervaduras. Hojas con alto contenido de potasio, pero bajo calcio y magnesio.

Nota: Elaboración propia en base a Cítricos: Cultivo, poscosecha e industrialización, 2012; InfoAgro, 2016.

El programa de fertilización, tal como se indica, depende de las variables mencionadas, por lo cual cada huerto tiene su propio plan. En la Tabla 4, se detallan las exigencias de NPK que requieren los cítricos de acuerdo con su edad, en donde en los 4 primeros años las exigencias tienen una relación de 4:1:1 y a partir del quinto la necesidad de fósforo será la mitad de la, de potasio y ésta la mitad de la cantidad de nitrógeno. A partir del décimo año en adelante la exigencia se estandariza.

Tabla 4: Necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio de los cítricos en función a la edad de la plantación

Edad (años)	N (g/árbol)	P (g/árbol)	K (g/árbol)
1	40	10	10
2	80	20	20
3	120	30	40
4	160	40	80
5	240	50	100
6	320	60	120
7-8	410-500	80-100	160-200
9-10	550-600	120-150	250-300
>10	600-800	150-200	300-400

Fuente: Fertilización de cítricos para un alto rendimiento. InfoAgro, 2016.

3.5.4. Plagas

- **Mosca blanca**

Existen varias especies de mosca blanca, sin embargo, las más comunes son *Aleurothrixus floccosus* y *Aleurodicus coccolabae*.

Los huevos son blanquecinos al inicio y conforme maduran van cambiando a un color oscuro o acaramelado. Las hembras tienen el hábito de ovipositar en el envés de las hojas, en forma semicircular o circular. Los adultos prefieren los brotes y los estadios ninfales las hojas viejas. Las ninfas de *Aleuthrixus floccosus* producen una secreción cerosa que las puede llegar a cubrir, por eso se las conoce como mosca blanca algodonosa (IVIA, s.f.).

Daños: Estos insectos succionan la savia debilitando a la planta y excretando una mielecilla sobre la cual se desarrolla el hongo que ocasiona la fumagina. Éste último, cubre las hojas con una capa negra generando la reducción de la tasa fotosintética y manchado de hojas o frutos (Narrea, 2012; IVIA, s.f.).

- **Pulgón**

Principalmente: *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii* y *Toxoptera aurantii*.

Los individuos pueden ser ápteros o alados, éstos últimos logran migrar de una planta a otra. Los adultos se reproducen de forma sexual o partenogénica. Los individuos, en general, se ubican en los brotes, hojas jóvenes y hasta en órganos florales. Las poblaciones de *Aphis spiraecola* se caracterizan por enrollar las hojas (PortalAgrícola, 2020).

Daños: Al succionar la savia, debilitan los brotes, hojas u órganos florales. En altas infestaciones producen mielecilla lo que permite el desarrollo de fumagina y ésta cubre las estructuras con una capa negra disminuyendo la fotosíntesis. Además, estos insectos son transmisores de virus como el Virus de la Tristeza (CTV) (Narrea, 2012; PortalAgrícola, 2020).

- **Minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*)**

Los adultos son pequeños miden entre 3 a 6 mm. Las larvas, al alimentarse de las hojas, penetran el mesófilo y realizan minas serpenteantes. Las hembras oviponen en brotes y hojas tiernas en donde realizan los daños, pero a veces en frutos recién cuajados.

Daño: Reducción de la tasa fotosintética por las minaduras que realizan las larvas; deformación severa en hojas tiernas, lo cual detiene el crecimiento normal de las plantas y cuando el daño es severo las plantas pierden vigor. En el caso que se produzcan minas en los frutos, éstos podrían dejar de ser comerciales (Narrea, 2012; PortalAgrícola, 2020).

- **Queresas**

Existen diferentes especies de queresas, pero las principales son: *Lepidosaphes becki*, *Pinnaspis strachani*, *Selenaspidus articulatus*.

Los adultos no tienen movilidad y son sésiles. Se alimentan de la savia al introducir su estilete de las estructuras como hojas, ramas y frutos.

Daños: Reduce el vigor de las plantas y pueden llegar a formar fumagina. En altas infestaciones generan caída de hojas, reducción de crecimiento y hasta la muerte de ramas. Además, la presencia de queresas en los frutos disminuye su valor comercial (Narrea, 2012; Colonia, 2013).

- ***Argyrotaenia spheropa***

Los adultos tienen forma de campana cuando están en reposo. Las hembras colocan los huevos en grupos y sobre las hojas tiernas o frutos verdes. Las larvas son muy activas, pueden alimentarse de brotes o frutos.

Daño: El daño se genera en los brotes y hojas tiernas puesto que las larvas se alimentan de ellas, pero también porque pegan las hojas con unos hilos que ellas mismas producen. Además, raspan la base de los pedúnculos y los frutos, ocasionando su caída (Narrea, 2012).

- ***Thrips tabaci***

Las ninfas de estos insectos son de colores claros y los adultos son, oscuros y alados. Aparecen en épocas de floración y fructificación.

Daños: Raspado de flores y frutos recién cuajados. Decoloración en las zonas afectadas (Narrea, 2012).

- **Ácaro del tostado**

El agente causal es *Phyllocoptruta oleivora*. Estos individuos, a través de su estilete, succionan la savia de los frutos, principalmente, pero también de las hojas.

Daño: Provocan decoloraciones iniciales que se tornan a bronceadas o marrones oscuros en frutos y hojas. Puede detener el crecimiento de los órganos en altas infestaciones (Núñez, 2008).

- **Araña roja**

Los agentes causales son *Panonychus citri* y *Teranichus urticae*. Los individuos se alimentan de la savia de las hojas maduras y se diseminan por el viento o por los hilos de seda que ellos mismos producen.

Daños: Plateado y decoloraciones de hojas y frutos, los cuales no toman el color característico en la madurez perdiendo su valor comercial (Colonia, 2013; PortalAgrícola, 2020).

- **Mosca de la fruta**

Causado por *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp. Estas dos moscas son muy agresivas y causan daño directamente sobre el fruto. *Ceratitis capitata* oviposita hasta 10 huevos, en cambio *Anastrepha* spp solo uno por postura. Las larvas se alimentan de los frutos ocasionando que estos se descompongan y caigan al suelo, en donde empupan y después de 7 días emerge el adulto para continuar el ciclo.

Daños: Caída, maduración precoz y pudrición de frutos; como consecuencia disminución de rendimientos (Narrea, 2012; Colonia, 2013).

3.5.5. Enfermedades

- **Moho gris**

Causada por *Botrytis cinerea*. Este patógeno afecta un amplio rango de cultivos. Puede ocasionar daños en diferentes estructuras, sobre todo en botones florales y frutos recién cuajados. Es muy severo en temporadas frías (18 °C) de alta humedad relativa asociadas con neblinas. Este hongo necrosa los pétalos, en donde se forma el micelio y esporas grises, de ahí el nombre de moho gris. Normalmente los frutos afectados se caen, pero a los que quedan en la planta se les forman líneas y elevaciones, generando pérdidas en su comercialización. Por otro lado, este patógeno no solo afecta en campo, sino que también, puede causar pudrición en postcosecha. Entre todos cítricos el limón es el más afectado, siendo más crítico el ataque en vivero (Castro, Timmer, Leguizamón, Müller y Corrales, 2000).

- **Gomosis**

Causado por *Phytophthora parasítica* y *P. citrophthora*. Este patógeno se ve favorecido por encharcamientos en el suelo, riegos o lluvias abundantes. Afecta principalmente raíces y la base del patrón, pero también puede infectar el tronco y las ramas principales, cuando hay salpicaduras de agua. Los primeros síntomas en troncos y ramas principales no son visibles porque se oscurecen los tejidos internos, pero mientras la infección avanza las partes

afectadas van excretando secreciones gomosas. Este patógeno, debilita las plantas causando clorosis en el nervio central, falta de vigor, podredumbre en el cuello y en raíces, decaimiento y hasta la muerte (IVIA, s.f.).

- ***Alternaria alternata* pv *citri***

Causada por el hongo *Alternaria* sp., el cual se disemina por salpicaduras del agua y por el viento durante todos los estados fenológicos del cultivo, sobre todo en temporadas de alta humedad relativa ya que facilita la germinación de las conidias. Los daños que ocasiona son: necrosis en brotes, lo cual impide el crecimiento de las plantas; manchas marrones en hojas; caída de flores y frutos recién cuajados; y manchas en la cáscara de frutos en desarrollo (Colonia, 2013).

- **Mancha grasienta**

Causada por el hongo *Mycosphaerella citri*. Esta enfermedad ocasiona grandes pérdidas en la producción de cítricos. Las esporas se diseminan a través del viento, causan mayores daños en épocas donde la humedad relativa es cercana a 100% y altas temperaturas (35 °C). La principal fuente del inóculo son las hojarascas. Los daños se presentan generalmente en el envés de las hojas, inicialmente con lesiones de color amarillo que se tornan a marrón oscuro y en frutos como manchas necróticas. Finalmente, las plantas llegan a defoliarse, reducir el vigor y la producción de frutos (Saénz, Osorio, Estrada, Poot, Delgado y Rodríguez, 2019).

- **HLB- Huanglongbing**

Causado por la bacteria *Candidatus Liberibacter spp*, es una de las enfermedades más devastadoras de los cítricos porque se disemina rápidamente, disminuye la producción y causa la muerte de las plantaciones. En los estados más afectados de México, esta enfermedad, ha reducido hasta en 62% la cosecha. Los psíidos que transportan la bacteria son *Diaphorina citri*, a quien se le considera como el principal vector de la enfermedad y *Trioza erytrae*, cuando éstos succionan la savia dejan la bacteria en el floema, en donde se multiplica y se traslada hasta las raíces, desde ahí se distribuye al resto de la planta. La enfermedad se manifiesta en las hojas con decoloraciones irregulares y necrosis del tejido vascular; en los frutos provoca reducción del tamaño, asimetría, engrosamiento del pericarpio y reducción de la calidad interna por la disminución de los azúcares. Posteriormente, defoliación severa, abortos de frutos y muerte de plantas (Saénz, Osorio, Estrada, Poot, Delgado y Rodríguez, 2019). En Perú aún no se ha detectado esta enfermedad,

pero si se ha reportado el psilido a finales del 2019 en la murraya, uno de los principales hospederos. El foco de infección fue eliminado, pero es inevitable que ingrese al país (Ortiz y Pizarro, 2019).

3.5.6. Malezas

El control de malezas es una labor importante, antes de sembrar las plantas y durante su crecimiento, ya que compiten con las plantas por el agua y los nutrientes (aplicados o propios del suelo). Son hospederos de plagas y dificultan otras labores como la poda, cosecha y el control fitosanitario (López y Morales, 2007). Existen dos tipos de control de malezas:

- Cultural: consiste en la eliminación manual o con el uso de alguna herramienta, cuando la maleza recién aparece en el campo.
- Químico: consiste en la aplicación de un herbicida. Es importante tener un programa de rotación de productos químicos, para no generar resistencia al uso de herbicida (SENASA, 2020).

3.5.7. Anillado

El anillado o rayado consiste en realizar una incisión circular y completa en la corteza de las ramas, de tal manera que se interrumpa temporalmente el transporte de la savia elaborada y los nutrientes se puedan distribuir, solo, en la parte aérea de la planta (Furió, 2017).

Esta práctica tiene efectos sobre el aumento de la floración, para evitar la alternancia de producción; aumento del cuajado de frutos, a través de un aumento de giberelinas y auxinas que disminuyen la abscisión y, por último, lograr que aumenten su tamaño final. Cabe resaltar que estos efectos dependen de la etapa fenológica en la que se realice, la disponibilidad de agua, la variedad, el estado nutricional y sanitario de las plantas (Fichet, 2004; Furió, 2017).

3.5.8. Raleo

Esta práctica consiste en la extracción de frutos antes de su maduración, con la finalidad de regular la carga; ya que, al reducir la cantidad de frutos del árbol las reservas se distribuyen mejor, favoreciendo su tamaño y su color. Incluso en ciertos casos mejorar el contenido de °Brix y reducir la alternancia de cosecha. La intensidad del raleo es una difícil decisión, pero se podría medir de dos formas: reducir un porcentaje sobre la cantidad de frutos cuajados (20%, 35% o 50%) o reducir la cantidad de frutos bajo la relación entre frutos y hojas (1:8, 1:15, 1:25 o 1:35). La primera técnica es más fácil de realizar, pero no es tan precisa como

la segunda; puesto que ésta, asegura que haya una cierta cantidad de frutos por número de hojas (Otero, 2004).

Según Otero (2004), el método de raleo se puede clasificar en dos:

- Raleo manual, consiste en la eliminación de frutos de forma manual, es decir el operario deberá tener la facultad de equilibrar la cantidad de frutos extrae y queda en la planta.
- Raleo químico, es la eliminación de frutos con el uso de un producto químico que generalmente son reguladores de crecimiento que promueven su abscisión.

3.5.9. Cosecha

Los cítricos son frutos no climatéricos, es decir, no continúan la madurez después de ser cosechados. Por eso es importante que antes de la recolección, consigan la acidez y el dulzor ideales para el consumo. Ambos parámetros dependen del manejo que se le haya dado al cultivo en todo el ciclo productivo (González y Tullo, 2019).

Los frutos que se recolecten deben estar sanos, libres de algún daño físico ya sea por insectos y/o enfermedades, deben tener un tamaño adecuado y el color debe ser el ideal para el comprador. Durante la cosecha, el operador deberá cortar el pedúnculo al ras del fruto para que este puede ser comercial. Además, se deberá tener cuidado con la contaminación hacia este órgano, para no generar perjuicios en la salud del consumidor (SENASA, 2020).

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1. Condiciones agroclimáticas

4.1.1. Clima

La estación Huayán, ubicada en el distrito de Huaral en las coordenadas 11°27'10.11" S y 77°7'19.22" W registra que la temperatura promedio máxima es de 25.9 °C y mínima 16 °C, con 96% de humedad relativa y menos de 0.1 mm/día de precipitación para el periodo 2019-2020. Las temperaturas más altas se reportan en los meses de enero a abril, donde puede llegar hasta una máxima de 32 °C y mínima de 17 °C. Por otro lado, las temperaturas más bajas se presentan desde julio a agosto, con una máxima y mínima de 20 °C y 12.7 °C, respectivamente, siendo estos meses donde se presenta la mayor cantidad de precipitaciones con datos de hasta 0.28 mm/día (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2021).

4.1.2. Suelo

Las características del suelo en donde están sembradas las mandarinas Satsuma Owari y W. Murcott se detallan en la Tabla 5, que comparándola con parámetros de suelos agrícolas (Andrades y Martínez, 2014) se definen como de textura arenosa, cuyo pH tiene reacción neutra y ligeramente ácida respectivamente, tienen alto contenido de sales y bajo contenido de materia orgánica y carbonatos. Por último, tienen baja capacidad de retención de agua y cationes debido a que no contiene arcillas.

Tabla 5: Principales características del suelo en las variedades Satsuma Owari y W. Murcott en la zona de Sayán

CARACTERÍSTICAS	VARIEDAD SATSUMA OWARI	VARIEDAD W. MURCOTT
Clase textural	94% Arena- 6% Limo	96% Arena- 4% Limo
pH	7.17	6.31
C.E (dS/m)	4.99	6.38
% Materia orgánica	0.13	0.51
% CO ₃ Ca	0.79	<0.03
CIC total	6.91	6.7

Nota: Elaboración propia

4.2. Variedades

Existen dos variedades de mandarina en el fundo. La variedad Satsuma Owari (Figura 1) con 11.3 ha y 12 años, se encuentra sembrada en hileras de surco mellizo con 784 plantas/ha, bajo un distanciamiento de 3.5m x 5m x 3 m (Figura 2). Está injertada sobre patrón citrumelo, que se adapta normalmente a todos los tipos de suelo (González y Tullo, 2019) tal y como se manifiesta en esta zona, ya que, las plantas toleraban en cierta medida la concentración de sales puesto que la defoliación en las plantas es menor. En promedio esta variedad tuvo un rendimiento, en los últimos años, de 50 ton/ha. Las plantas de Satsuma Owari tienen copa frondosa y de buen vigor, miden de 1.5 a 2 m de alto y ancho de 3 m, con excepción de ciertas plantas que presentan defoliaciones.

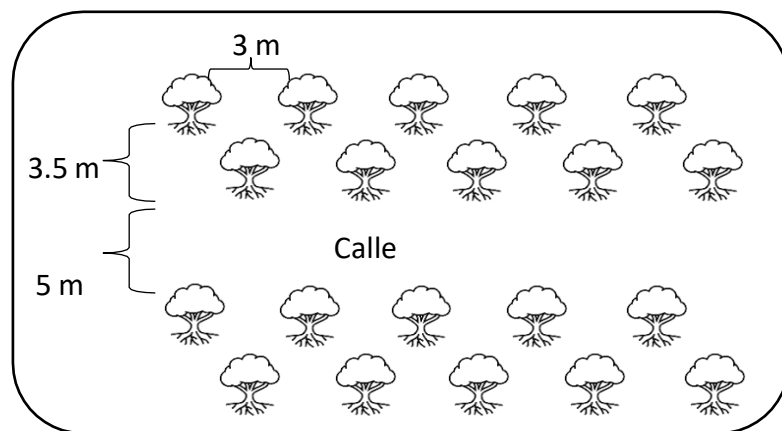


Figura 1: Plantación de mandarina Satsuma Owari (Fotografía propia)



Figura 2: Distanciamiento de plantación en surco mellizo para la mandarina Satsuma Owari (Elaboración propia)

La variedad W. Murcott (Figura 3) con 26 ha, tiene 13 años y se encuentra sembrada en hileras de surco simple con 666 plantas/ha, bajo un distanciamiento de 5 m x 3 m (Figura 4). Está injertada sobre patrón Cleopatra, que como indican González y Tullo (2019) son plantas grandes y de buen vigor, lo cual se observa en las plantas cultivadas en el fundo y lo más importante es que son tolerantes a la salinidad, de manera que es uno de los patrones más recomendables para esa área de trabajo. Sin embargo; las defoliaciones en estas plantas son más frecuentes, sobre todo en los meses que se reduce el riego, durante la cosecha y en agosto. Estas plantas son un poco menos densas que la variedad Satsuma Owari, debido a que las defoliaciones son más severas. Miden entre 3 y 3.5 m de altura. El rendimiento promedio de esta mandarina es de 40 ton/ha, sin embargo, hay años que solo produjo 20 ton.



Figura 3: Plantación de mandarina W. Murcott (Fotografía propia)

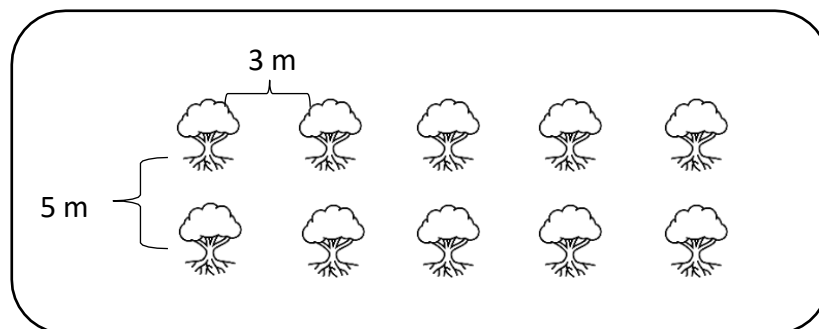


Figura 4: Distanciamiento de plantación en surco simple para la mandarina W. Murcott (Elaboración propia)

4.3. Principales labores

4.3.1. Poda

Esta actividad se realiza en los meses de agosto, es decir, cuando la planta recibe una cantidad mínima de agua, julio-agosto para la mandarina Satsuma Owari y octubre-noviembre para la mandarina W. Murcott. El tipo de poda que se realiza en el 90% de las plantas es de fructificación y mantenimiento, en donde se busca eliminar las ramas centrales o cruzadas, enfermas, desgastadas (que ya produjeron frutos la campaña anterior) y las que van directamente al suelo, con la finalidad de mantener el tamaño y la estructura adecuada de la planta; mejorar el ingreso de luz solar al centro de la copa, para formar nuevas estructuras; mejorar el ingreso de agroquímicos a la parte interna de las plantas, para tener un mejor control sobre los patógenos e insectos; y por último, mejorar la disposición de los frutos. En el 10 % restante, se requiere una poda de restauración o regeneración en especial, cuando la planta ha perdido un tercio del área foliar debido a las defoliaciones.

La intensidad de poda en la mandarina Satsuma Owari va desde ligera hasta normal lográndose extraer el 10% y 20% de vegetación, respectivamente. La poda ligera se realiza en el 80 % de la plantación debido al vigor que tienen esas plantas y normal, en el 20 % restante, para renovar algunas ramas y obtener nuevos brotes. Primero se cortan los árboles a 2 m de altura, por ello se despuntan todas las ramas que sobrepasen ese tamaño. Luego se eliminan las ramas desgastadas, enfermas, secas, rajadas o quebradas por el peso de la fruta, puesto que tienen poca o nula producción; teniendo en cuenta en todo momento que el diámetro de las ramas no supera los 4 cm. Finalmente, la parte baja de la copa se alza hasta la altura de la rodilla (60 cm) y se despuntan las ramas que están dirigidas hacia el suelo; con estos dos cortes se reduce la cantidad de fruta que roza con el suelo y la colocación de “orquetas” o apoyos que la rama necesita para no dañar la fruta.

Las plantas de W. Murcott se podan de octubre a noviembre bajo una intensidad normal, en sectores donde la producción de la campaña anterior ha sido baja (menos de 30 ton/ha), y ligera en sectores donde la producción supera las 45 ton/ha. Se toma esta decisión año a año debido a la alternancia de producción, que genera años de baja y alta floración lo cual nos permite podar un porcentaje menor y mayor, respectivamente; cuando se extrae más vegetación la planta forma nuevos brotes, lo cuales compiten directamente con la formación y desarrollo de los frutos provocando mayor caída y bajo rendimiento. Para podar esta variedad primero se despunta las plantas que sobrepasen los 3 m de altura, que

aproximadamente representan la mitad de toda la plantación. Luego se eliminan dos ramas de hasta 5 cm de diámetro o una de 6 a 7 cm, sobre todo si están ubicadas en la parte central de la copa o las que hayan tenido crecimiento vertical porque ambas interrumpen el paso de la luz solar; además se extrae las ramas desgastadas, enfermas, secas de toda la planta. Por último, al igual que en la satsuma, se podan las ramas dirigidas hacia el suelo, manteniendo 70 cm entre la superficie y la parte baja de la copa.

En esta labor se le explican, detalladamente al personal, los objetivos para cada una de las variedades y se le enseña que primero debe observar la planta; luego ingresar a la parte interna, para cortar las ramas que sobrepasen el tamaño específico y las ramas centrales. Después, realizar la limpieza de ramas en la parte externa y finalmente la parte inferior. Además, se le explica que los cortes de las ramas son al ras, que no deben dejar pedazos de rama sobresalidos y no deben arrancarlas, porque causarían descortezamiento. Es importante que cada operador tenga sus propios materiales como tijeras afiladas, para cortar las ramas delgadas; serruchos, para las ramas más gruesas y un envase con una solución de hipoclorito de sodio (5%), para desinfectar las herramientas cuando pase de una planta a otra.

Por último, el supervisor revisa las plantas podadas para poder corregir los errores a tiempo y no generar mayor gasto por repase. Adicionalmente, se requiere de otro operador que selle los cortes con un cicatrizante, en un plazo no mayor de 1 día, con el fin de evitar la inoculación de hongos.

4.3.2. Riego

El agua para el riego de las mandarinas es captada de filtraciones naturales hacia un reservorio donde se ubica la caseta; desde ese punto se envían las señales, a través del sistema de control (“Dream”), para la apertura de válvulas en campo. El sistema de riego que se utiliza es goteo el cual tiene un caudal de 2.4 L/hora.

El agua captada tiene una CE de 2.7 dS/m, que según Tartabull y Betancourt (2016) la clasifican en alta salinidad y de calidad dudosa para el riego (Tabla 6), además tiene un pH ligeramente alcalino y contiene altos niveles de cloruro, sulfatos y bicarbonatos (Ver Anexo 1). Por tal motivo es necesario emplear 25% más del volumen de agua que requieren las plantas en cada riego, para que se laven las sales y evitar los efectos de toxicidad como amarillamiento, defoliación y en algunos casos hasta muerte de plantas.

Tabla 6: Relación de valores de CE, clasificación de salinidad y calidad de agua

Valores de la CE, según Arslan y Demir 2013	Criterio sobre la salinidad	Valores de la CE, según Lingaswamy y Saxena, 2015	Criterio sobre la calidad del agua
C1 < 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Baja	< 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Excelente
C2 250-750 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Media	250-750 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Buena
C3 750- 2 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Alta	750- 2 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Aceptable
C4 > 2 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Muy alta	2 250-5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$	Dudosa
-	-	>5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$	No aceptable

Nota: Adaptado de La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. Revista Científica Agroecosistemas (2016).

Debido a la calidad de agua que presenta el fundo, se consideran varios parámetros para definir la dotación de riego como: la lectura diaria del tanque evaporímetro, apertura de calicatas, lectura semanal de la CE del suelo y observación de las plantas a los efectos de la toxicidad por sales. La lectura del tanque evaporímetro se utilizaba como un valor referencial, para saber la necesidad del cultivo, pero se adiciona la fracción de lavado diario (25 %). Las calicatas semanales, de 80 cm de profundidad y 1m de ancho, permiten observar el bulbo de humedad y el estado sanitario en la zona de raíces. La medición de CE y pH del suelo debajo de ambas mangueras y en el centro de la planta (Figura 5) permite tener un dato real de la concentración de sales en las raíces. Por último, la observación de las plantas en campo se realiza cada 2 o 3 días, puesto que la toxicidad por sales se observa con amarillamientos y defoliaciones en la mayoría de las plantas. Esta supervisión también permite observar la obstrucción de los goteros que en ambas variedades de mandarina es un peligro ya que podría generar mayor defoliación y hasta la muerte de las plantas afectadas. Debido a la constante acumulación de sales en el suelo se ha definido que el riego sea diario, con la finalidad de que la aplicación de agua lave las sales, además que cuando la zona de raíces se encuentre seca y la CE sea mayor a 2.5 dS/m se programe un riego de lavado con 100 m³/ha.

REPORTES DE MEDICIÓN C.E.						
MUESTREADOR: <u>ADAN ROSALES SALAS</u>				FECHA: <u>16/01-2020</u>		
CULTIVO: <u>SAL. ORANGE</u>			LOTE: <u>830-2</u>		Sector # <u>1</u>	
DISTANCIA	LADO IZQUIERDO		LADO MEDIO		LADO DERECHO	
	C.E	P.H.	C.E	P.H.	C.E	P.H.
SUP	1.07	7.21	3.93	7.51	1.18	7.85
20	0.64	7.30	1.80	7.44	0.78	7.70
40	0.58	7.28	0.88	7.66	0.60	7.58
60	0.40	7.16	0.86	7.55	0.49	7.49
80	0.38	7.14	0.74	7.47	0.40	7.44

CULTIVO: <u>W. MUCICOTY</u>			LOTE: <u>830-3</u>		Sector # <u>5</u>	
DISTANCIA	LADO IZQUIERDO		LADO MEDIO		LADO DERECHO	
	C.E	P.H.	C.E	P.H.	C.E	P.H.
SUP	0.80	7.29	10.02	7.40	0.87	7.50
20	0.72	7.37	2.38	7.81	0.67	7.43
40	0.69	7.56	0.70	7.73	0.54	7.48
60	0.50	7.74	0.58	7.42	0.45	7.67
80	0.47	7.66	0.40	7.60	0.33	7.88

Figura 5: Reporte de medición de CE del suelo (Fotografía propia)

El control del agua en las mandarinas está determinado por la fenología por la que atraviesa. Empezando por el agoste en donde se disminuye el riego a 20 o 30 m³ con intervalos de 5 a 6 días observando en todo momento la reacción de la planta. Al bajar la cantidad de agua aportada se busca incentivar una brotación y floración uniforme, esta etapa es crítica puesto que al reducir el agua se genera estrés salino, que bajo estas condiciones podría ser mortal. Sin embargo, se ha observado que cuando se riegan las plantas con esos intervalos se evitan las defoliaciones, las altas concentraciones de sales y principalmente se logra el estrés que requieren los cítricos para continuar su ciclo fenológico. Después del agoste, se inicia la campaña de mandarina con riegos pesados, de aproximadamente 100m³/día para lavar todas las sales que se podrían haber concentrado; con este riego se busca que la medición de CE de las zonas cercanas a las raíces sea menor a 1 μS/cm y que el bulbo de humedecimiento llegue a la zona de raíces y traslape de una manguera a otra, normalmente se riega de 7 a 8 días para que se intercepten los bulbos.

En épocas de floración y cuajado la cantidad de agua que se suministra a las plantas está en un promedio de 60 a 70 m³ diarios y con esta cantidad de agua no hay ningún déficit hídrico. Por último, en la etapa de cosecha la dotación de agua se reduce a 20 a 30 m³ con intervalos de 3 a 5 días para evitar la caída de la acidez de la fruta y la dilución de los sólidos solubles. Durante este periodo, hay que tener sumo cuidado porque al reducir la cantidad de agua aportada se observa el campo con mayor cantidad de hojas caídas y en ciertas ocasiones fruta blanda, por ello la disminución de agua es gradual reduciendo de 5 a 10 m³/día y alejando los riegos hasta llegar a los 5 días. En este periodo, la frecuencia de riego se debe medir de

acuerdo con la supervisión de campo puesto que podría generar caída de frutos, fruta blanda y defoliación de leves a severas generando que la recuperación de la planta sea lenta o llevándola a la muerte. En la figura 6 y 7 se muestra la dotación de agua según la etapa fenológica, para las mandarinas Satsuma Owari y W. Murcott respectivamente.

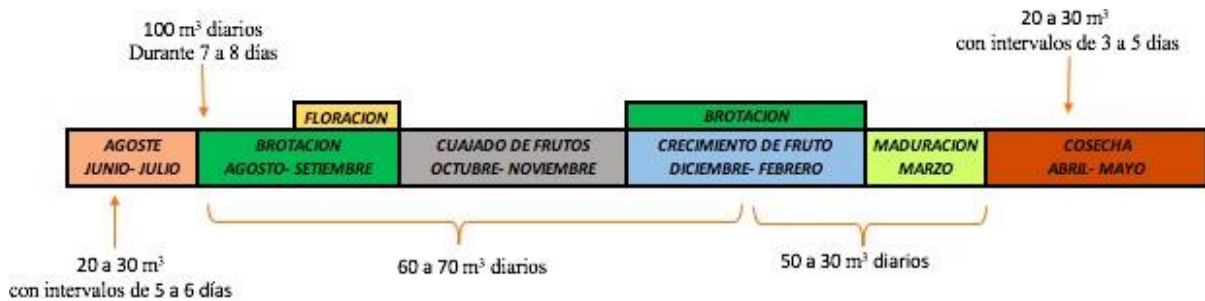


Figura 6: Dotación de agua según la fenología en la mandarina Satsuma Owari (Elaboración propia)

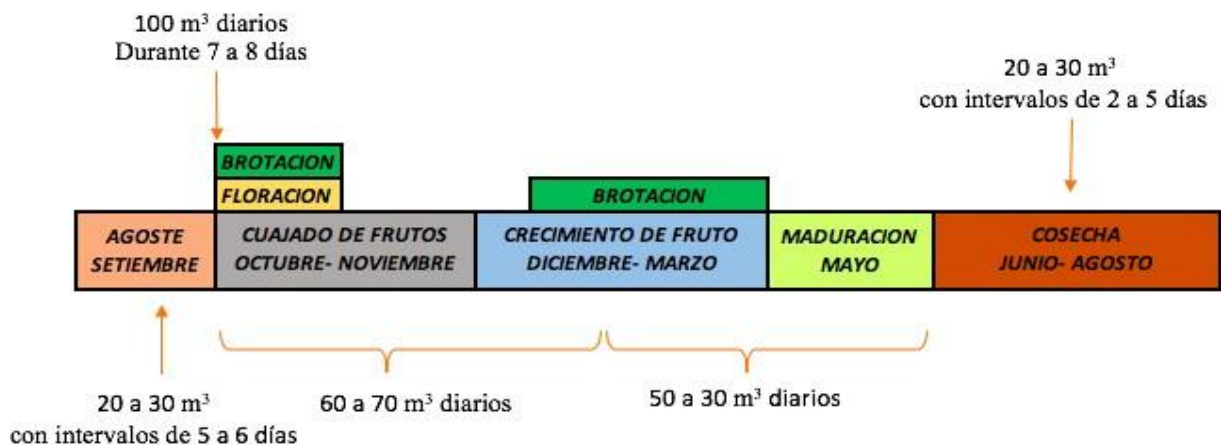


Figura 7: Dotación de agua según la fenología en la mandarina W. Murcott (Elaboración propia)

4.3.3. Fertilización

La fertilización es importante durante el ciclo fenológico del cultivo puesto que el aporte de nutrientes permite un mejor desarrollo de la planta, por ende, obtener frutos de buena calidad. En el campo se utilizan las siguientes fuentes: urea, nitrato de amonio, ácido fosfórico, nitrato y sulfato de potasio, nitrato de calcio, sulfato y nitrato de magnesio, sulfato de zinc y por último sulfato de manganeso.

En la variedad Satsuma Owari la fertilización se realiza entre los meses de agosto a marzo y en la variedad W. Murcott de octubre a junio, puesto que en estos meses la planta se está regando. En los meses de cosecha y agoste no se brinda suficiente agua como para fertilizar las plantas.

Durante los primeros meses se usan los fertilizantes en base a nitrógeno, a partir de setiembre u octubre los sulfatos, esto debido a que se requiere la fertilización nitrogenada durante las etapas de brotación de las mandarinas. Además, la dotación de nitrógeno se detiene unos 4 meses antes de la cosecha, pues se ha determinado que las altas concentraciones de este elemento afectan el cambio de color de los frutos. Este último proceso se ha observado con mayor frecuencia en la en la mandarina W. Murcott.

La Tabla 7 muestra la distribución de nutrientes en kg por hectárea para la mandarina Satsuma Owari, en relación con los meses de riego. La dosificación de esos nutrientes también se utiliza en la mandarina W Murcott, a diferencia de los meses en los que se riega esta variedad. Por otro lado, cuando se presentan defoliaciones atípicas y la CE de la zona de raíces es alta (mayor a 2.5 ds/m) mientras se esté fertilizando, se detiene esta labor unos 2 a 3 día hasta que la planta se estabilice.

Tabla 7: Distribución de nutrientes (kg/ha) para mandarina Satsuma Owari

Mes	Kg/ha							
	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Zn	Mn	S
Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ago	23.7	5.9	9.0	4.2	11.0	0.0	0.0	0.0
Sep	43.5	14.0	52.7	10.1	32.6	1.9	2.5	3.3
Oct	17.1	4.1	19.2	1.6	22.6	2.5	2.6	6.9
Nov	34.1	11.0	36.9	8.6	27.1	3.0	3.2	20.6
Dic	42.8	0.8	78.7	17.0	0.0	2.2	1.0	42.8
Ene	1.4	3.7	88.4	17.6	0.0	0.0	0.0	45.6
Feb	0.0	0.0	64.0	13.0	0.0	0.0	0.0	33.6
Mar	0.0	0.0	22.5	13.4	0.0	0.0	0.0	19.0
Abr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	162.7	39.5	371.5	85.5	93.4	9.6	9.3	171.9

Nota: Elaboración propia.

4.3.4. Plagas, enfermedades y malezas

La infestación de plagas, enfermedades y malezas se determinaba de acuerdo con evaluaciones semanales que se realizaban en campo. Se escogen 3 plantas/ha al azar, cada una de ellas se divide imaginariamente en 3 partes; inferior, centro y superior y en los 4 puntos cardinales. En cada una de estas áreas se elegía una estructura para contabilizar la

cantidad de insectos. Con los datos se realizan gráficas, que apoyaban la toma de decisiones contra una enfermedad o plaga.

Es importante mencionar que el control de las plagas y enfermedades que se presentan en campo no solo depende de las aplicaciones sanitarias sino también de las actividades culturales y del control biológico, que pueden ser muy efectivas para reducirlas. Esto se define como manejo integrado de plagas (MIP) que incluye estos tipos de controles, con la finalidad de proteger la cosecha, minimizando el costo y el riesgo al consumidor, animales, agroecosistemas y biósfera (Romero, 2004).

4.3.4.1. Plagas

Las plagas principales que se presentan durante las diferentes etapas fenológicas de las mandarinas (Anexo 2 y 3) son:

- **Mosca Blanca** (*Aleurothrixus floccosus* y *Aleurodicus coccolabae*)

Este insecto (Figura 8) como tal no genera problemas sanitarios, sin embargo, excreta una mielecilla en donde se desarrolla la fumagina (Figura 9). Este hongo representa un mayor daño debido a que forma una capa negra en las hojas, en las que disminuye la tasa fotosintética debilitando a las plantas y en los frutos, al provocar pérdidas en su valor comercial. La fumagina se adhiere fuertemente en los órganos que ataca, lo cual hace que el control sea más complejo; por ello es importante mencionar que se debe actuar en el momento oportuno, es decir eliminar el insecto antes que se produzca el hongo.



Figura 8: Individuos de moscas blancas (Fotografía propia)



Figura 9: Fruto de mandarina W. Murcott cubierto por fumagina (Fotografía propia)

Control: Se pueden hacer aplicaciones de imidacloprid 0.1 L/200 L o acetamiprid 0.1 L/200 L para reducir la presencia del insecto más no, para reducir la fumagina. Este hongo solo se podría controlar realizando lavados a alta presión con agua sola o en mezcla con algún detergente agrícola.

- **Pulgón** (*Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii* y *Toxoptera autantii*)

La incidencia de estos insectos se da en las épocas de brotación del cultivo en los meses de enero, febrero, marzo, donde ocurre la primera brotación y de agosto a setiembre en la segunda brotación de la mandarina Satsuma Owari (Figura 10) y desde noviembre hasta abril para la variedad W. Murcott. Controlar este insecto es fundamental para evitar que las hojas se dañen fuertemente y se debiliten las plantaciones.



Figura 10: Incidencia de pulgón en brotes de mandarina Satsuma Owari (Fotografía propia)

Control: Se pueden liberar 5 millares/ha de Crisopas, cuando la cantidad de individuos/planta es menor que 5; pero cuando el umbral está por encima de este valor, se realizan aplicaciones de imidacloprid 0.1 L/200L o acetamiprid 0.1 L/200 L ambas bajo un volumen de hasta 1500 L/ha.

- **Minador (*Phyllocnistis citrella*)**

Este insecto está presente, también, en épocas de brotación, porque se alimenta de las hojas nuevas generando minas serpenteantes (Figura 11).

Su control es importante porque en infestaciones altas, se detiene el crecimiento de las plantas.



Figura 11: Mina de larva de *Phyllocnistis citrella* en brote de mandarina (Fotografía propia)

Control: Se colocan 6 trampas/ha de feromonas sintéticas en campo (Figura 12), las cuales capturan machos adultos impidiendo que haya copula. Este tipo de control ha sido efectivo porque se ha observado gran disminución de daño en los brotes. También se pueden realizar aplicaciones de imidacloprid 0.1 L/200 L o acetamiprid 0.1 L/200 L en volumen de 1500 L/ha.



Figura 12: Trampas amarilla con feromona de *Philocnistis citrella* (Fotografía propia)

Debido a que se utilizan los mismos productos para el control de pulgones y minador se puede realizar una sola aplicación durante la brotación, de tal manera que elimine a ambos insectos. Además, de acuerdo con la compatibilidad con otras sustancias como foliares (algas marinas, aminoácidos o algunos nitratos). Estos productos se mezclan para incentivar el desarrollo de las hojas tiernas y mejorar su coloración, de tal manera que sean menos atractivos por ambos insectos.

- ***Argyrotaenia spheropa***

Este insecto se alimenta de hojas y frutos. En altas infestaciones se ha observado que pueden provocar una mayor caída de frutos y, al dañar los brotes, detener el crecimiento de la planta. Bajo las condiciones de la zona se encontraba en los meses de febrero, marzo, setiembre y diciembre para el caso de la mandarina Satsuma Owari y diciembre a marzo, agosto y octubre para la mandarina W. Murcott (Figura 13); siendo las épocas críticas setiembre y octubre respectivamente, pues durante estos meses los frutos cuajan y las altas infestaciones pueden reducir la producción.



Figura 13: Larva de *Argyrotaenia sphaleropa* alimentándose de un fruto de W. Murcott (Fotografía propia)

Control: Los adultos se monitorean a través de la instalación de trampas de melaza en el perímetro del lote y cuando se reportan más de 2 individuos/trampa, se aplica *Bacillus thuringiensis* a 0.5 kg/200 L alrededor de 2000 L/ha.

- **Ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*)**

Es la plaga más importante de las mandarinas de esta zona, debido a que se presenta durante todo el ciclo fenológico del cultivo. El ácaro del tostado daña hojas maduras y frutos. El control químico de este insecto se realiza cuando hay presencia de más de 8 ind/planta, puesto que cuando la cantidad de individuos sobrepasa este rango puede manchar la fruta con una coloración marrón, perdiendo su valor comercial y generando pérdidas económicas.

Control: Aplicar bajo las dosis recomendadas y con la rotación adecuada los productos mencionados en la Tabla 8, para evitar que los ácaros no generen resistencia. Además, es importante precisar que se pueden mezclar algunos de los productos listados, verificando previamente su compatibilidad. Los acaricidas se aplican a 2500 L/ha.

Tabla 8: Lista de productos químicos utilizados en mandarina Satsuma Owari y W. Murcott para el control de Ácaro del tostado

Ingrediente activo	Dosis Recomendada	Plaga que controla y/o maleza	Modo de Acción
Abamectina	0.08 - 0.12 L/200 L	Ácaro del Tostado, Ácaro Hialino, Minador	Contacto
Azufre	0.75 - 1.0 kg/200L	Ácaro del Tostado, Ácaro Hialino y Araña Roja	Contacto
Aceite mineral	2.0 - 3.0 L/200 L	Queresa coma y Arañita roja	Contacto
Spirodiclofen	0.06-0,08 L/200 L	Arañita roja y Ácaro tostado	Contacto
Fenpiroximato	0,2-0.3 L/200 L	Araña roja, Ácaro hialino, Ácaro del tostado	Contacto
Fenbutatin óxido	01- 0.2 L/200 L	Araña roja, Ácaro hialino	Contacto
Fenzaquin	0.1-0.15 L/200 L	Ácaro Tostado, Ácaro Hialino, Araña Roja	Ingestión-Contacto

Nota: Elaboración propia

- **Araña roja (*Panonychus citri* y *Teranichus urticae*)**

Este ácaro también se le considera como una de las plagas más importantes de la zona debido a que las altas temperaturas favorecen su ciclo de vida. Puede manchar los frutos y las hojas. Cuando los daños en frutos son ligeros, éstos pueden cambiar de color con normalidad en la maduración; pero si el daño es fuerte, entonces la fruta no vira de color y pierde su valor comercial.

Control: Se puede realizar lavados con pistolas de alta presión, con agua sola o detergentes agrícolas, para eliminar algunos individuos y huevos. En altas poblaciones (mayor a 10 ind/planta) se debe aplicar los productos registrados en la Tabla 9. Ciertos productos también controlan ácaro del tostado, por lo que se realiza una sola aplicación para eliminar ambas plagas. Se requiere, también, que los volúmenes de caldo sean 2500 L/ha.

Tabla 9: Lista de productos químicos utilizados en mandarina Satsuma Owari y W. Murcott para el control de Araña roja

Ingrediente activo	Dosis Recomendada	Plaga que controla y/o maleza	Modo de Acción
Azufre	5 – 1.0 kg/200 L	Ácaro Tostado, Hialino y Araña Roja	Contacto
Aceite mineral	2.0 – 3.0 L/200 L	Queresa coma y arañita roja	Contacto
Spirodiclofen	0.06-0,08 L/200 L	Arañita roja y Ácaro tostado	Contacto
Fenpiroximato	0,2-0.3 L/200 L	Araña roja, Ácaro hialino, Ácaro del tostado	Contacto
Fenpropatrin	0.2 L/200 L	Arañita roja	Contacto
Fenbutatin óxido	01- 0.2 L/200 L	Araña roja, Ácaro hialino	Contacto

Nota: Elaboración propia

- **Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* sp.)**

Esta plaga está presente durante la maduración de la fruta, provocando la caída temprana de frutos; por esta razón el control es importante, ya que en altas infestación podrían generar grandes pérdidas económicas. Se monitorea a través de las trampas instaladas por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) ya sea “Mcphail” (Figura 14) o “Jackson” (Figura 15), que capturan adultos hembras y machos respectivamente. De acuerdo con el conteo este insecto en las trampas, se realizan las aplicaciones.

Control: Uno de los controles más eficaces de este insecto es el enterrado de frutos a 40 cm o 50 cm de profundidad, distanciamiento importante para evitar que el adulto emerja. Esta práctica debe se acompañada con la aplicación de spinosad, para un mayor control de los adultos de mosca. La dosis del producto es de 1.6 L/4 L de agua, se aplica generalmente una línea completa de plantas y se dejan de aplicar las 3 líneas siguientes; en caso las infestaciones sean altas se aplica 1 línea y se deja se aplicar solo la siguiente. La aplicación se realiza en forma de media luna, con gota gruesa y en las hojas donde no haya exposición directa del sol.



Figura 14: Trampa Mcphail para el control de hembras de mosca de la fruta (Fuente: Adaptado de “La lucha amigable contra la mosca de la fruta”. Trelles, 2020)



Figura 15: Trampa Jackson para control de machos de mosca de la fruta (Fuente: Adaptado de “La lucha amigable contra la mosca de la fruta”. Trelles, 2020)

4.3.4.2. Enfermedades

- **Gomosis (*Phytophthora parasítica* y *P. citrophthora*)**

No es una enfermedad muy común entre las plantas, sin embargo, algunas de ellas excretan una mielecilla alrededor del tronco.

Control: Se corta la zona afecta y se cubre la herida con cicatrizante, además se aplica metalaxyl a 0.1 kg/200 L en el cuello de la planta.

- ***Botrytis cinerea***

Aparece en las épocas de floración, sobre todo cuando la humedad relativa es alta. Esta enfermedad inicialmente puede ser imperceptible, pero cuando el fruto se desarrolle presenta lesiones elevadas. La mandarina Satsuma Owari es la variedad que presenta mayor daño, debido a que los pétalos quedan adheridos al fruto; en cambio, en la mandarina W. Murcott no hay mayor daño porque los pétalos caen con facilidad.

Control: Generalmente el control se realiza de manera preventiva ya que no siempre se logran observar las estructuras de propagación, por lo tanto, se realizan aplicaciones de mancozeb 0.5 Kg/200 L, pirimetanil 0.2 L/200 L y/o captan 0.2 kg/200 L, con la respectiva rotación de los productos para no generar resistencia.

- **Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*)**

Esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia en las plantaciones de W. Murcott, puesto que el campo tiene más hojarasca en el suelo. Los síntomas se pueden observar como

lesiones marrones en el envés a nivel de las hojas y amarillamientos en el haz, pero en altas infestaciones puede dañar frutos.

Control: Las aplicaciones de aceites a 2500 L/ha, que generalmente se hacen con la finalidad de controlar araña roja y/o ácaro del tostado han mermado el desarrollo de este patógeno, ya que solo se observaron infestaciones en las hojas. Sin embargo, para asegurar que el problema no se agrave, se aplican productos cúpricos como Óxido de cobre a 0.15 kg/200 L bajo 2000 L/ha.

4.3.4.3. Malezas

El control de malezas en el fundo se realiza de forma manual, solo cuando se presentan en forma esporádica o focalizada, y química con aplicaciones de glifosato a 2 L/200 L. Éste último control es más rápido y genera menos gastos de jornal por eso se utiliza con más frecuencia salvo en casos donde no se puedan aplicar productos químicos como en la época de cosecha donde se eliminan las malezas de forma manual.

4.3.5. Anillado

En el fundo la práctica de anillado se realiza mediante una incisión en las ramas secundarias que interrumpe el paso de la savia, permitiendo que los nutrientes se distribuyan en la parte aérea; lo cual favorece el desarrollo y contrarresta la caída de los frutos, con el fin de asegurar el cuajado y mejorar el rendimiento de la plantación.

Antes de anillar las plantas se observa la caída de frutos semanalmente, verificando que el tamaño de los frutos del suelo sea menor al tamaño de los frutos que quedan en la planta. Este proceso ocurre con normalidad en la mandarina Satsuma Owari; por el contrario, en la mandarina W. Murcott los frutos caídos tienen un tamaño similar o mayor a los frutos que quedan en la planta, esto provoca una mayor caída. Por ese motivo, se anilla esta variedad para reducir la caída los frutos (Figura 16).



Figura 16: Verificación del tamaño de fruto en el suelo y en la planta para la variedad W. Murcott (Fotografía propia)

En la variedad W. Murcott la caída de frutos está relacionada con la alternancia de producción, puesto que este fenómeno genera años de alta cosecha (50 ton/ha) seguidos de bajas cosechas (10 a 30 ton/ha), provocando floraciones reducidas después de años de alta producción y abundantes después de años de bajos rendimiento; la floración abundante conlleva a una competencia directa por los nutrientes provocando así, la caída de frutos.

El anillado se realiza durante el cuajado, entre noviembre y diciembre. Inicialmente se cuentan las ramas secundarias y se anilla solo la mitad de ellas. Con el apoyo de una tijera que tiene dos cuchillas curvas (Figura 17) se abraza la rama, de tal forma que al girar la tijera el corte sea circular. Posteriormente, se evalúa el campo 2 o 3 veces por semana para definir el próximo anillado, por lo que normalmente después de 10 días se anilla el otro 50 % de las ramas, completando el 100 % de las ramas. Durante esta labor se ha determinado, a través de conteo de frutos después de los anillados, que el cuajado aumenta en un 10 % con respecto a las plantas sin anillar.



Figura 17: Tijera para anillar ramas de mandarina (Fotografía propia)

Es importante definir que el anillo tenga las siguientes características: iniciar y terminar en el mismo punto, para asegurar que la savia no continúe su traslado; corte de aproximadamente de 1 mm, para que sea temporal y en dos semanas la rama se pueda recuperar; y evitar la proliferación de algún patógeno. Además, debe ser superficial para no dañar el xilema de la planta, porque la cicatrización dura mayor tiempo y hasta podría ocasionar la muerte de la planta.

Por último, los operadores que anillen deben estar previamente capacitados puesto que un mal anillado podría tener efectos adversos como mal cuajado, reducción de rendimiento y mortandad de plantas. Además, necesitarán tijeras curvas y un envase con una solución de hipoclorito de sodio (5 %) para desinfectar cada vez cambie de plantas.

4.3.6. Raleo

Después del cuajado se seleccionan, al azar, 50 plantas por cada sector y se contabilizan los frutos manualmente. El promedio del total de frutos se multiplica por el peso promedio de una fruta (80 g) y se determina el rendimiento de cada lote. De acuerdo con estos resultados se decide si la planta se ralea, en otras palabras, se elimina el exceso de frutos que tiene antes de su maduración. El raleo manual es una técnica que requiere mucha precisión, debido a que cualquier falla en la extracción de fruta podría afectar directamente en el rendimiento del cultivo.

En el caso de la mandarina Satsuma Owari generalmente las plantas producen entre 1200 a 1500 frutos/árbol, pero, de acuerdo con el tamaño de la planta y los cálculos de rendimiento, solo debe tener de 800 a 850 frutos; por ello se ralea del 30 al 40 % de la fruta. El raleo en esta variedad se realiza después de la caída fisiológica, entre los meses de diciembre a enero y cuando la fruta tiene un tamaño mayor a 20 mm. Logrando así, obtener frutos con calibres aproximados de 60 mm, muy diferente a los 45 o 50 mm que se obtiene cuando no se ralean las plantas.

La variedad de mandarina W. Murcott no requiere de esta labor porque las plantas solo producen un aproximado de 700 frutos, lo cual está por debajo del requerimiento (1000 frutos).

El raleo consiste en que el personal, al observar la planta, aproxime la cantidad de frutos que tiene y elimina el exceso para llegar a la cantidad deseada (800 frutos). Por ello, empieza extrayendo los frutos más pequeños que el tamaño promedio; luego los que están agrupados en forma de racimos, para que entre fruto y fruto haya un espacio de por lo menos 2 dedos; finalmente, los frutos que tengan problemas de calidad como las manchas generadas por el rozamiento de frutos con ramas, ácaros o *Botrytis cinerea*. Es sumamente importante capacitar previamente a los operarios incluyendo el supervisor, para que no queden ramas sin ralear y la corrección sea lo más pronto posible.

Después de ralear las plantas, se debe contar la cantidad de frutos para tener un dato real de cuánta fruta queda en el árbol. Así poder corregir a tiempo si los operadores están eliminando o dejando mucha fruta en la planta.

4.3.7. Colocación de “orquetas”

Esta labor solo se realiza para el caso de la mandarina Satsuma Owari. Consiste en colocar una “orqueta” o un apoyo a las ramas que tengan mucho peso y estén rozando con el suelo para evitar que el fruto se raspe, manche, pudra o entre en contacto directo con la superficie. En el campo se realizaba esta práctica en los meses de enero y febrero cuando la fruta estaba en pleno crecimiento. Sin embargo, se puede evitar esta labor ya que, durante la poda, se eliminan las ramas que se dirijan hacia el suelo y/o durante el raleo porque se elimina la sobrecarga de la planta, por eso es ambas labores deben ser supervisadas estrictamente.

4.3.8. Cosecha

En la etapa final del ciclo productivo, se realiza la cosecha o recolección de los frutos maduros para ello se debe verificar los parámetros de calidad interna (°Brix y el porcentaje de acidez). En la variedad Satsuma Owari, la cosecha se ejecuta en los meses de abril a mayo y en W. Murcott, junio a agosto. Los parámetros de calidad interna para la exportación de mandarina son mayores de 8° Brix y de 0.75 % a 1.2 % de acidez; eso quiere decir que, si la fruta tiene esos valores, se puede iniciar la cosecha.

Por otro lado, para iniciar la cosecha es necesario revisar que haya transcurrido el periodo de carencia de los últimos plaguicidas usados, es decir, que se hayan respetado los días desde la aplicación hasta la recolección de los frutos. La cantidad de días se encuentra en las fichas técnicas de los productos que se utilizan en el cultivo. Además, con el fin de verificar que no haya moléculas de agroquímicos o estén dentro de los valores ideales para el consumo humano, se requiere un análisis de residuos de frutos. En el caso que este resultado se encuentre por encima de los límites permitidos, el productor deberá esperar los días recomendados para iniciar esta labor.

Previo a la cosecha se les explica a los operarios acerca de las características externas de los frutos como: el color (Anexo 4), tamaño y la tolerancia a los daños. El color depende de la variedad que se coseche en ese momento; en el caso de Satsuma Owari se cosechan frutos de color verde claro (Figura 18), que en la tabla de colores se clasifican como T5 y T6, pues ingresan a cámaras de desverdizado y en la variedad W. Murcott se cosechan frutos totalmente anaranjados o con un ligero tono verde alrededor del pedúnculo (Figura 19), cuya clasificación es T1 y T2, pues esta variedad no se desverdiza. El tamaño del fruto está sujeto a los mercados destino y la tolerancia a los daños solo se aceptan, en caso de que sea una mancha casi imperceptible, delgada, lineal o circular de 2 o 3 cm de diámetro. Por último, se descartan los frutos en estado de putrefacción, rajados, con heridas en la cáscara, ya sea por tijera o por otro factor, manchas más grandes a las mencionadas y manchas de ácaro del tostado.



Figura 18: Color de fruta cosechada en la variedad Satsuma Owari (Fotografía propia)



Figura 19: Color de fruta cosechada en la variedad W. Murcott (Fotografía propia)

Los frutos se deben cosechar con tijera de punta redonda para evitar heridas en la piel, con la que se corta el pedúnculo lo más cercano a la cáscara y se colocan en una bolsa cosechera (Figura 20) hasta la mitad de su capacidad, para no presionar las frutas de la parte baja. Posteriormente, se depositan suavemente en una jaba de 20 Kg para ser trasladadas al camión que lleva la carga a la planta de proceso.



Figura 20: Tijeras y bolsas para cosechar mandarina (Fotografía propia)

Durante la cosecha es importante mantener la inocuidad del fruto por eso todos los implementos que se requieren deben estar completamente limpios, las jabas no deben estar en contacto directo con el suelo, por ello se usa plástico debajo de ellas o se colocan sobre parihuelas (Figura 21) y la fruta que se haya caído al suelo se recoge en sacos para enterrarlas.



Figura 21: Jabas de mandarina sobre parihuela (Fotografía propia)

Una vez que termina la cosecha se limpia bien los rezagos de frutos que puedan quedar en las plantas, se recogen los que han caído al suelo y se entierran para evitar la infestación de mosca de la fruta. Cuando el campo está limpio, se continúan con las labores de la próxima campaña

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El presente trabajo ha desarrollado las principales labores agrícolas dentro del manejo de las mandarinas de exportación para las variedades Satsuma Owari y W. Murcott en las condiciones medioambientales de Santa Rosa- Sayán.
- Se detallan las prácticas culturales, biológicas y de control químico obteniendo resultados favorables en la calidad de fruto.
- Se describe como se realiza la práctica de anillado, a fin de incrementar un 10% el cuajado de frutos, bajo las condiciones del campo en la mandarina W. Murcott.

5.2. Recomendaciones

- Se propone que las prácticas culturales, las aplicaciones fitosanitarias y liberaciones de controladores biológicos se realicen de acuerdo con la fenología de cada campo, con la finalidad de que se hagan en el momento oportuno evitando mermas en la producción y rendimiento. Por lo tanto, se recomienda que para la variedad Satsuma Owari las actividades realizadas sean de acuerdo con el Anexo 5 y en el caso de la variedad W. Murcott de acuerdo con el Anexo 6, bajo las condiciones de Santa Rosa- Sayán, es decir, podría haber algunas variaciones según la localidad y a los microclimas que se presenten en el país.
- Es importante sincronizar el manejo integrado de plagas, para que haya un buen control fitosanitario y las liberaciones de controladores biológicos no se vean afectadas por el control químico.
- Se recomienda definir bien el programa de aplicaciones para que no se excedan el número la cantidad de un producto. Además, verificar que durante la cosecha no haya ninguna aplicación, excepto el uso de spinosad que está autorizado por las entidades de control, para que la fruta esté libre de pesticidas y se pueda consumir.
- Antes de realizar una aplicación definitiva en campo, en base a las listas de productos químicos permitidos para el cultivo de mandarinas, se deben probar en una zona experimental debido a que algunos factores como el clima podrían reducir la eficacia del producto.
- Definir los umbrales de acción para cada campo, dependiendo de la incidencia de las plagas o enfermedades de su localidad, porque esta zona tratada tiene sus particularidades.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS (24 de octubre de 2020). *Exportaciones de cítricos alcanzan record histórico*. <https://andina.pe/agencia/noticia-exportaciones-citricos-alcanzan-record-historico-818916.aspx>
- Agustí, M. (2012). *Citricultura* (2ª Edición). Madrid- México. Ediciones Mundi-Prensa
- Andrades, M. y Martínez, E. (2014). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen* [Archivo PDF]. 3ª Edición. Universidad de La Rioja. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=267902>
- Castro, B.; Timmer, L.; Leguizamón, L.; Müller, G. y Corrales, J. (2000). *Enfermedades de los cítricos en Colombia*. Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_56_Enfermedades%20citricos.pdf
- Colonia, L. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de cítricos*. Agrobanco. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/013-d-citricos.pdf>
- ECURED (s.f.). *Mandarina*. <https://www.ecured.cu/Mandarina>
- Ernst, B. (26 de enero del 2021). *CITRICOS 2020: Un Gran Año Gracias A La Pandemia*. Topinfo. <http://www.topinfo.com.ar/2021/01/26/citricos-2020-un-gran-ano-gracias-a-la-pandemia/>
- Ferreira E, Raúl y Selles van S, Gabriel (junio y julio del 2011) *Algunas consideraciones para el manejo de riego en Cítricos*. Tierra Adentro. No. 94. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/5246>.
- Fichet, T (2004). *Proceso fisiológico de la cuaja en cítricos* [PDF]. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120141/proceso-fisiologico-de-cuaja-en-citricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Furió, J. (2017). *Poda de cítricos* [PDF]. <https://valencia.consellagrari.com/wp-content/uploads/2017/10/APUNTES-DE-PODA.pdf>
- González, L y Tullo, C (2019). *Guía técnica cultivo de cítricos*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. <http://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/book/328>
- INSTITUTO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN AGRICULTURA (s.f.). *Riego por Goteo para el Cultivo de Cítricos*. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/riego-por-goteo-para-el-cultivo-de-citricos>
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (s.f.). *Clementinos y Satsumas*. <http://ivia.gva.es/es/clementinos-y-satsumas>
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (s.f.). *Gestión Integrada de Plagas y enfermedades en Cítricos*. <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales>
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (s.f.). *Híbridos de mandarina*. <http://ivia.gva.es/es/hibridos-de-mandarino>
- López Gonzalez, J y Morales Granados, J. (2007). *Aspectos Básicos para el Cultivo de Mandarina*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13240>
- Narrea, M. (2012). *MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS*. AGROBANCO. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/013-c-citricos.pdf>
- Núñez, E. (2008). Plagas de paltos y cítricos en Perú. En R. Ripa y P. Larral (Eds.). *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (Cap 11, pp. 363-364). INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIAS. http://www.avocadosource.com/books/ripa2008/ripa_chapter_11e.pdf
- Ordúz-Rodríguez, J y Mateus, D. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. En L. Garcés (Ed.), *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización* (pp. 49- 88). Cítricos Corporación Universitaria Lasallista, Caldas. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13022>

- Ortiz, M y Pizarro, R. (marzo del 2019). *La mayor enfermedad cítrica mundial amenaza al Perú*. RedAgrícola <https://www.redagricola.com/pe/la-mayor-enfermedad-citricola-mundial-amenaza-al-peru/>
- Otero, A. (2004). *RALEO DE FRUTOS EN MANDARINA SATSUMA Y OTROS CÍTRICOS* [PDF]. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2885/1/15630021107125002.pdf>
- Pons J. (2019). *TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANDARINA* W. MURCOTT [PDF]. <http://www.seminarioprocitrus.org/ponencias/diamiercoles/4-joan-pons.pdf>
- PortalAgrícola (25 de marzo del 2020). *Guía básica de plagas y enfermedades de los cítricos*. “Recuperado el 16 de enero del 2021”. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/03/25/guia-basica-de-plagas-y-enfermedades-de-los-citricos/>
- Romero, F. (2004). *Manejo Integrado de Plagas: Las bases, los conceptos su mercantilización*. Universidad Autónoma Chapingo. <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manejo%20de%20Plagas.pdf>
- Saéñz C., Osorio E., Estrada B., Poot W., Delgado R., Rodríguez R. (2019). *Principales enfermedades en cítricos*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Volumen 10 (No 7). https://www.researchgate.net/publication/337090999_Principales_enfermedades_de_los_citricos
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021). *Datos Hidrometeorológicos en Lima*. Ministerio de Ambiente. “Recuperado el 12 de febrero del 2021”. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lima&p=estaciones>
- SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA DEL PERÚ. (30 de julio del 2020). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para cultivo de mandarina*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/informes-publicaciones/936442-guia-de-buenas-practicas-agricolas-para-cultivo-de-mandarina>

- Seva, F. (10 de septiembre de 2020). *Retos y Desafíos de la citricultura peruana*. AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS. <https://agraria.pe/columna/retos-y-desafios-de-la-citricultura-peruana-22447>
- Tartabull Puñales T. y Betancourt Aguilarm, C. (noviembre del 2016). *La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan*. Revista Científica Agroecosistemas. pp. 47-61. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras>
- Trelles, F. (agosto del 2020). La lucha amigable contra la mosca de la fruta [Imagen]. RedAgrícola. <https://www.redagricola.com/pe/la-lucha-amigable-contra-la-mosca-de-la-frut>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Interpretación de análisis de aguas

INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUAS

Análisis:	A-PR-0001 (Físicoquímico)	Centro Análisis:	AGQ Perú
Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo	Fecha/Hora:	19/02/2020 17:20
Punto de Muestreo:	Reservorio	Muestreo:	
Muestreado por:	Cliente (*)	Fecha inicio:	21/02/2020

1. RESULTADO DEL ANALISIS

Elemento	meq/l	g/l	mg/l o ppm	Satisfactorio	Alto	Muy Alto	Limites máximos
Ca++	6,670	0,134	133,667	< 10 meq/l	10 - 20 meq/l	> 20 meq/l	1,0 g/l
Mg++	1,390	0,017	16,902	< 10 meq/l	10 - 20 meq/l	> 20 meq/l	1,0 g/l
Na+	17,420	0,401	400,660	< 5 meq/l	5 - 15 meq/l	> 20 meq/l	0,2 - 0,3 g/l
K+	0,100	0,004	3,946	---	---	---	---
NH ₄ ⁺	0,000	0,000	0,000				
Mn++	0,002	0,000	0,050	< 0,1 mg/l	0,1 - 1,4 mg/l		1,5 mg/l
Fe+	0,002	0,000	0,040	0,1 mg/l	0,1 mg/l - 0,5 mg/l		1,0 mg/l
Zn++	0,001	0,000	0,040				
Cu++	0,001	0,000	0,040				
Total cationes	25,587	0,555	555,345				
Cl-	12,750	0,452	452,115	< 0,5 meq/l	5 - 10 meq/l	> 30 meq/l	0,5 g/l
SO ₄ ⁼	6,010	0,289	288,660	< 20	20 - 30	> 30	6,25 - 8,35 mg/l
CO ₃ ⁼	0,000	0,000	0,000	0 - 1,25 meq/l	1,25 - 2,50 meq/l	> 2,50 meq/l	
HCO ₃ ⁼	3,740	0,226	228,140	0 - 1,25 meq/l	1,25 - 2,50 meq/l	> 2,50 meq/l	
NO ₃ ⁼	1,940	0,120	120,280				
BO ₃ ⁼	0,061	0,001	0,610	< 0,3 mg/l	1,0 - 1,5 mg/l	> 1,5 mg/l	0,5 mg/l
PO ₄ ⁼	0,000	0,000	0,000				
Total Aniones	24,5010	1,09	1089,81				
Suma de Cationes y Aniones	50,09	1,645	1645,151				

pH	7,86	Lig. Alcalinas
CE (mmho/cm)	2,761	Muy Salino
Sólidos en suspensión	0,00	n/d

RAS	8,68
PSI	10,35
Conc. total de sales (ppm)	1767,04

2. PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y/O CONFIABILIDAD DEL ANALISIS.

Prueba N°1	(El 5% de la suma de aniones es > que el valor absoluto de la diferencia entre la suma de cationes y aniones).	1,225	>	1,086	Se cumple	Análisis consistente y confiable
Prueba N°2	(El cociente entre la conductividad eléctrica expresada en micromhos/cm y la suma de cationes expresada en meq/l debe estar comprendido entre 90 y 110).	90<	107,908	<110	Se cumple	

3. PARAMETROS E INTERPRETACION DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA.

Parámetro	Resultado	Interpretación
Contenido total de sales	1767,04	Salina
Relación de calcio (>35%)	26%	Baja
Relación de sodio	68%	Peligrosa
Dureza (° F)	40,38	Aguas duras

Observaciones: Las aguas aportan gran cantidad de sales totales (1,7 gr/l), principalmente cloruros, sulfatos y bicarbonato de sodio y calcio. Además contienen una cantidad importante de nitratos. Si se llevan a kilos/ha/año suponiendo que se riega con 10.000 m³/ha/año equivalen a 4.500 kilos de cloruro de sodio (sal de mesa) y 1.200 kilos de Nitrato de Sodio.

4. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

Clasificación General	C4 - S2	Interpretación del análisis de aguas
		Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Solo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar lo, y usar cultivos tolerantes. Presenta un contenido medio de sodio, con cierto peligro de acumulación en el suelo si es de texturas finas.

Anexo 2: Listado de las plagas principales que se presentan en la Mandarina Satsuma Owari según su ciclo fenológico

Plaga o enfermedad	BROTACION				FLORACION				CUAJADO DE FRUTOS		CRECIMIENTO DE FRUTO	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Ácaro del tostado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Araña roja		X	X	X	X	X			X	X	X	X
Argyrotaenia sphaleropa		X	X						X			X
Botrytis cinerea									X	X	X	
Minador	X	X		X				X	X	X		X
Mosca de la fruta			X	X	X	X						
Pulgón	X	X	X					X	X	X		X
Thrips sp.									X	X	X	

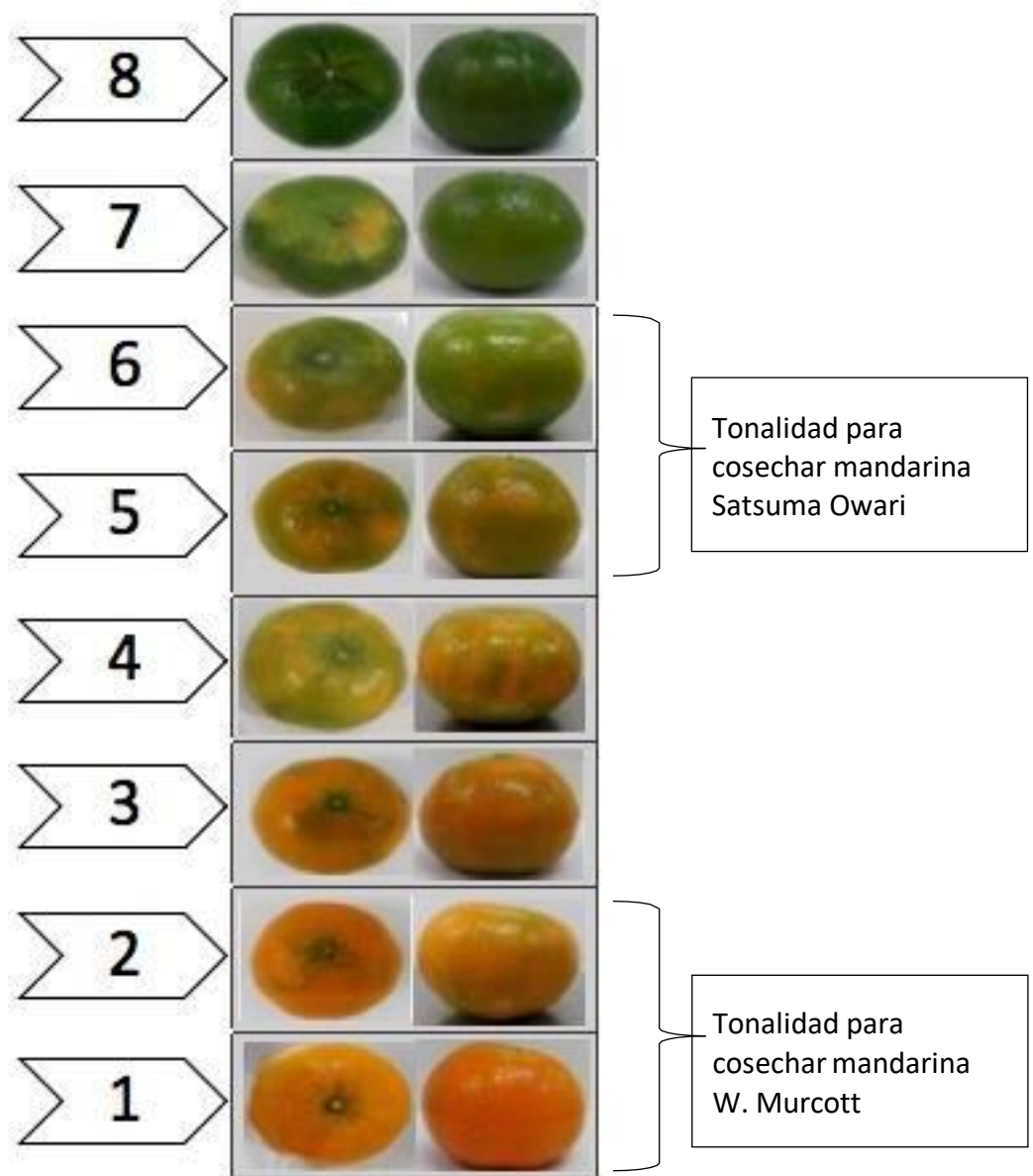
Nota: Elaboración propia

Anexo 3: Listado de las plagas principales que se presentan en la Mandarina W. Murcott, según su ciclo fenológico

Plaga o enfermedad	BROTACION				FLORACION				CUAJADO DE FRUTOS		CRECIMIENTO	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Pulgón	X	X	X	X							X	X
Minador	X	X	X	X								X
Argyrotaenia sphaleropa	X	X	X					X		X		X
Araña roja		X										X
Acaro del tostado		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Mosca blanca	X		X	X		X	X					
Thrips sp.										X	X	
Botrytis										X	X	

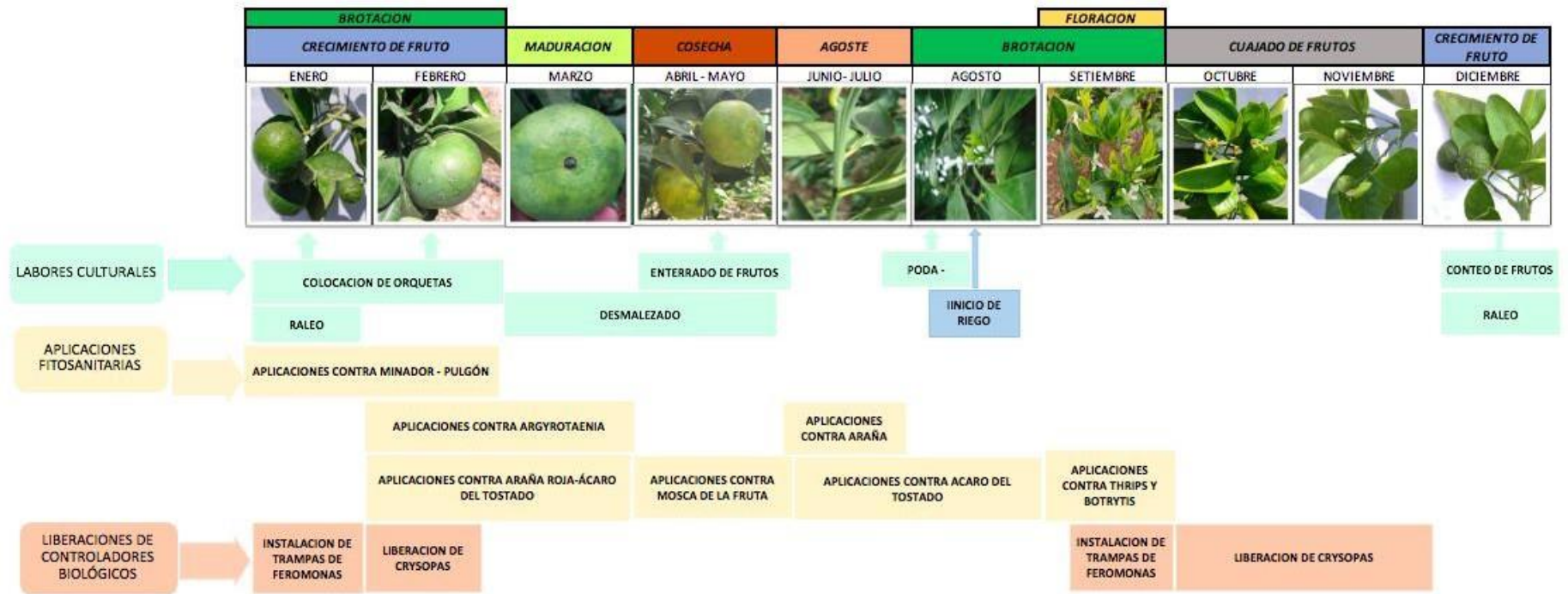
Nota: Elaboración propia

Anexo 4: Tabla de colores para mandarina fresca



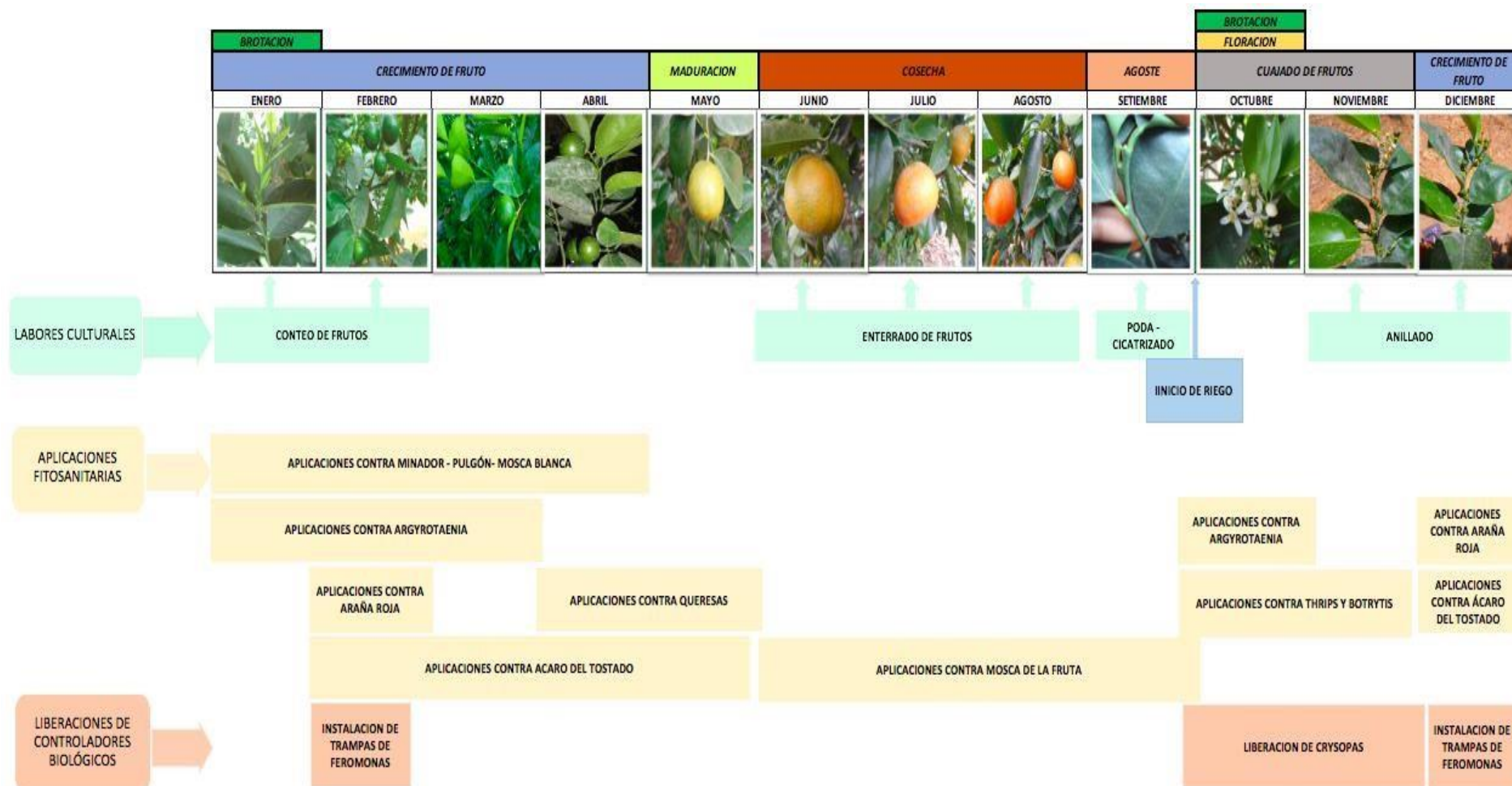
Nota: Elaboración propia en base a Tabla de colores de Camposol.

Anexo 5: Descripción de las principales labores en la Variedad Satsuma Owari según el estado fenológico bajo las condiciones de Santa Rosa-Sayán.



Nota: Elaboración propia.

Anexo 6: Descripción de las principales labores en la Variedad W. Murcott según el estado fenológico bajo las condiciones de Santa Rosa-Sayán.



Nota: Elaboración propia