

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN LA PAMPA DE VILLACURÍ”

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERA AGRÓNOMA

CARLA ALEJANDRA CORNEJO MENDOZA

LIMA-PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

“PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN LA PAMPA DE VILLACURÍ”

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

Presentado por:

Carla Alejandra Cornejo Mendoza

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Alejandro Pacheco Ávalos
ASESOR

.....
Ing. Guillermo José Parodi Macedo
MIEMBRO

.....
Dr. Jorge Escobedo Álvarez
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres Eliana y Carlos por la confianza en mí desarrollo académico y profesional; por su paciencia y apoyo incondicional hasta ver alcanzada esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, Ing. Mg. Sc. Alejandro Ari Pacheco Ávalos por su motivación, compromiso y paciencia para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Mg. Sc. Renzo Lazo Moreno por su confianza en mí desempeño profesional desde mi primer día de trabajo hasta el día de hoy.

A Santiago De la Cruz, por el apoyo en el proceso de este trabajo, sosteniéndome en cada dificultad que podría aparecer.

A los amigos y compañeros que he conocido durante todo este camino, los cuales me han enseñado tanto de la vida personal como profesional para seguir adelante con cada una de las experiencias vividas.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1.	ORIGEN.....	4
3.2.	NECESIDADES ECOLÓGICAS.....	5
3.2.1.	Suelo.....	5
3.2.2.	Clima.....	5
3.3.	PATRONES Y CULTIVARES.....	6
3.3.1.	Patrones.....	6
3.3.2.	Cultivares comerciales de cítricos.....	7
3.4.	FISIOLOGÍA DE LOS CÍTRICOS.....	9
3.4.1.	Polinización.....	9
3.4.2.	Esterilidad.....	10
3.5.	NUTRICIÓN MINERAL.....	10
3.5.1.	Nitrógeno.....	10
3.5.2.	Fósforo.....	11
3.5.3.	Potasio.....	11
3.6.	LABORES ESPECIALES EN LOS CÍTRICOS.....	11
3.6.1.	Anillado y rayado.....	11
IV.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	13
4.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	13
4.1.1.	Ubicación.....	13
4.1.2.	Población.....	13
4.1.3.	Principales cultivos.....	13
4.1.4.	Ecología.....	14
4.2.	FUNDOS DE PRODUCCIÓN.....	15
4.2.1.	Ubicación.....	15
4.2.2.	Recurso Suelo/Agua.....	16

4.2.3. Clima	19
4.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES	21
4.3.1. Elección de patrones y cultivares	21
4.3.2. Injertación	28
4.3.3. Cambio de cultivar	30
4.3.4. Instalación del cultivo.....	33
4.3.5. Poda	37
4.3.6. Riego y fertilización	40
4.3.7. Labores especiales de los cítricos.....	45
4.3.8. Cosecha.....	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	58
VII. ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propuesta de origen de cítricos y dispersión antigua	4
Figura 2: Distribución del área certificada para exportación en la Pampa de Villacurí	14
Figura 3. Imagen satelital de los fundos Casa Chica y La Rinconada indicando la distancia entre ellos	16
Figura 4 . Comportamiento del caudal (l/s) de los pozos en los fundos Casa Chica y La Rinconada.....	18
Figura 5. Temperatura máxima, mínima y promedio del 2016 al 2020.....	20
Figura 6. Humedad relativa máxima, mínima y promedio del 2016 al 2020.....	20
Figura 7. Evapotranspiración promedio mensual	21
Figura 8. Distribución de cultivares en el campo experimental	22
Figura 9. A. Sobrecrecimiento del citrumelo ‘Swingle’. B. Planta de ‘W. Murcott’ injertada sobre citrumelo ‘Swingle’ mostrando clorosis generalizada.	23
Figura 10. Frutas de limón Rugoso del patrón no eliminado (mamón).....	24
Figura 11. Crecimiento exagerado del ombligo de la naranja 'Washington Navel'.....	25
Figura 12. Árbol de naranja 'Lane Late' listo para cosechar	26
Figura 13. Árbol de tangor 'Orri'	28
Figura 14. Importación de varas yemeras desde Israel	29
Figura 15. Material de injertación importado. A. Varas gruesas envejecidas. B. Varas de 10 mm para injertos de yemas. C. Varas de 20 mm para injertos de púa.	29
Figura 16. Tipos de injertos utilizados. A. Injerto de yema en "T". B. Injerto de púa en hendidura.....	30
Figura 17. Reinjertación para cambio de cultivar. A. Tipo corona en ramas primarias. B. Tipo corona en el tronco principal.....	32
Figura 18. Procedimiento campos nuevos. A. Corte de troncos a 20 cm. B. Plantas de 6 años con tocón intermedio.....	33
Figura 19. Espacio entre plantas de naranja de 12 años.....	35
Figura 20. Espacio entre tangores 'W. Murcott' de 6 años	35
Figura 21. Formación de tres ramas primarias de naranja 'Washington navel'	38
Figura 22. Formación forzada de tres brazos de naranja ‘Washington Navel’ por el daño del viento.....	38
Figura 23. Poda mecanizada. A: Antes de podar. B: Máquina podando. C: Después de podar.....	39

Figura 24. A. Referencia 2 metros para la poda. B. Diferencia de una línea sin poda y otra con poda.	40
Figura 25. Volumen de agua aplicado semanalmente (m ³).....	43
Figura 26. Plástico mulch instalado en plantas jóvenes.....	43
Figura 27. Instalación de malla antipolinización.....	45
Figura 28. A. Procedimiento del rayado. B. Herramienta.....	48
Figura 29. Estacionalidad de la cosecha en cinco cultivares de la campaña 2020.....	49
Figura 30. Distribución de calibres de naranja 'W. Navel' Campaña 2020.....	51
Figura 31. Distribución de calibres tangor 'Orri'.....	51
Figura 32. Distribución de calibres del tangor 'W. Murcott'.....	51
Figura 33. Relación Brix/acidez de la naranja 'Washington Navel'.....	52
Figura 34. Relación Brix/Acidez del tangor 'W. Murcott'.....	53
Figura 35. Relación Brix /acidez del tangor 'Tango'.....	53
Figura 36. Rendimiento de lotes de diferentes edades de naranja 'W. Navel'.....	54
Figura 37. Rendimiento (t/ha) de tangor 'Orri'.....	55
Figura 38. Rendimiento (t/ha) del tangor 'W. Murcott'.....	55
Figura 39. Rendimiento (t/ha) del tangor 'Tango'.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de naranjas, mandarinas e híbridos.	8
Tabla 2: Efectos de los macronutrientes en la calidad de las frutas de cítricos	10
Tabla 3: Capacidad de Uso Mayor del Suelo	15
Tabla 4: Clasificación climática de SENAMI	15
Tabla 5: Análisis de suelo los lotes muestreados de ambos fundos.....	17
Tabla 6: Análisis de agua de dos pozos representativos de los fundos en estudio	19
Tabla 7: Distribución de lotes con patrones y cultivares finales.	31
Tabla 8: Densidades de siembra usadas en los cítricos.....	34
Tabla 9: Dosis de nutrientes kg/ha a diferentes densidades	37
Tabla 10: Descripción de la descarga del sistema de riego por densidad de siembra	41
Tabla 11: Cálculo de lámina de riego, frecuencia de riego y tiempo de riego	42
Tabla 12: Fórmulas de fertilización para naranjas y tangores (kg/h a).....	44
Tabla 13: Distribución relativa de nutrientes por estado fenológico en tangores	45
Tabla 14: Comparativo de presencia de semillas en frutos producidos con y sin malla antipolinizante	46
Tabla 15: Comparativo de producción de árboles con malla antipolinización y sin malla antipolinización.....	46
Tabla 16: Escala de calibres de las naranjas (diámetro en mm).....	50
Tabla 17: Escala de calibres de los tangores (diámetro en mm)	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características principales de los patrones de cítricos actuales.....	63
Anexo 2. Triángulo textural	64
Anexo 3. Ubicación de la Estación Meteorológica de Casa Chica	65
Anexo 4. Variables registradas por la Estación Meteorológica	66
Anexo 5. Temperaturas registradas desde 2016 al 2020.....	67

PRESENTACIÓN

El presente trabajo describe los procesos empleados para la producción de cítricos en la empresa agroexportadora Casa Chica S.A.C. ubicada en la Pampa de Villacurí desde el 2011 hasta la actualidad.

La Pampa de Villacurí como zona de producción agrícola, presenta condiciones adversas en los recursos suelo y agua. Los suelos tienen arenas como clase textural representativa, prácticamente sin presencia de materia orgánica generando como consecuencia una muy baja capacidad retentiva de agua y de nutrientes; aunado a las anteriores características son suelos que presentan una muy alta concentración salina. El recurso agua no es menos problemático, la disponibilidad y calidad de agua para riego depende de un acuífero cada vez en descenso generando que los pozos tubulares, que llegan a los 100 metros de profundidad, cada año disminuyan su caudal. La calidad de agua se suma a la problemática, ya que presenta una conductividad eléctrica muy alta y con cantidades de cloruros tóxicos para las plantas.

La empresa Casa Chica S.A.C. tiene instaladas 312.13 hectáreas con diferentes especies y cultivares de cítricos, entre ellos naranjas (*Citrus sinensis*) ‘Washington Navel’ y ‘Lane Late’ y tangores (*Citrus reticulata x Citrus sinensis*) ‘W. Murcott’, ‘Orri’ y ‘Tango’ los cuales tienen comportamientos muy similares, pero con algunas diferencias que presentaremos a lo largo del trabajo. En términos generales estos cítricos vienen teniendo un buen comportamiento en respuesta al manejo agronómico que se les da, a pesar de lo limitante de los recursos suelo y agua indicados.

La respuesta de los diferentes cítricos en las condiciones de campo señaladas anteriormente, observadas desde la instalación de la plantación hasta la cosecha y destino final del producto, lleva a una constante toma de decisiones sobre el futuro del cultivo y su manejo. Aunado a lo anterior, considerar experiencias cercanas como referencia han ayudado a evaluar nuevas técnicas que nos han permitido realizar los cambios necesarios que se adapten mejor a los requerimientos de la zona de producción y del mercado. Logrando así mejoras en los resultados que se ven reflejados en las cosechas obtenidas a lo largo de las campañas.

I. INTRODUCCIÓN

El contexto mundial ha generado un despunte de las exportaciones de frutas en nuestro país y dentro de ellas se ubican las frutas cítricas. Estas frutas -naranjas, mandarinas e híbridos-, son parte del día a día de los consumidores alrededor del mundo por sus beneficios nutricionales; esto se traduce en una gran demanda en el mercado internacional lo cual viene favoreciendo el incremento en el volumen de nuestras exportaciones.

El Perú viene teniendo un crecimiento año tras año de las exportaciones de cítricos, así, en la última campaña entre enero y agosto del 2020 nuestras exportaciones se incrementaron 43% con respecto al mismo periodo del 2019 (ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2020). Este repunte se ha visto favorecido por el hecho que los países importadores han aceptado mayores volúmenes de fruta con defectos cosméticos y de calibre para poder cubrir la demanda existente.

Nuestros principales países de destino son Estados Unidos con 40% de participación, le sigue Reino Unido; Países Bajos; Canadá y China con 17%, 12%, 7% y 6% respectivamente (ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2020).

Los departamentos de Lima con 45%, Ica con 44% y La Libertad con 10%, fueron los principales proveedores del total exportado. (ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2020). El área cultivada se está incrementando, en el 2019 se certificaron 519 hectáreas más y en el 2020 fueron 1493.7 hectáreas adicionales con respecto a los años anteriores (SENASA-PERU, s.f.). Los asociados de Procitrus manifiestan que se viene realizando la renovación de cultivares desde hace aproximadamente cinco años, eligiendo aquellos que se adecuen a lo solicitado por los mercados externos. Estas renovaciones son importantes para no saturar los mercados con un solo cultivar lo que podría afectar directamente los precios.

Uno de los primeros cultivares elegido para las renovaciones fue el tangor ‘W. Murcott’; sin embargo, se han ido agregando nuevos cultivares como Tango y

Orri, ya que tiene características similares para los consumidores como son el sabor dulce, el color intenso de la cáscara y la facilidad de pelado.

El manejo de los cítricos al igual que otros cultivos debe adecuarse a la realidad de cada zona de producción por esto las experiencias ganadas en los últimos años han permitido ir afinando las prácticas de manejo en la zona de Villacurí.

II. OBJETIVOS

- Evaluar el proceso productivo de los cítricos en la Pampa de Villacurí.
- Describir las tecnologías usadas e implementadas durante el cultivo de especies como las naranjas ‘Washington Navel’, ‘Lane Late’ y los tangores como ‘W. Murcott’, ‘Tango’ y ‘Orri’.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. ORIGEN

Wu *et al.* (2018) en un estudio sobre la genómica del origen y evolución de los cítricos reafirmaron que todos los cítricos se originaron en Asia como ya había sido señalado por su parte Agustí (2003), quien menciona que los cítricos se localizan en Asia Oriental, desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional. De manera específica se puede indicar que los cítricos se distribuyen ampliamente en la región de los monzones desde el oeste de Pakistán hasta el centro norte de China y el sur a través del archipiélago de las Indias Orientales hasta Nueva Guinea y el archipiélago de Bismarck, noreste de Australia, Nueva Caledonia, Melanesia y las islas de la Polinesia occidental como se aprecia en la Figura 1 (Wu *et al.*, 2018).

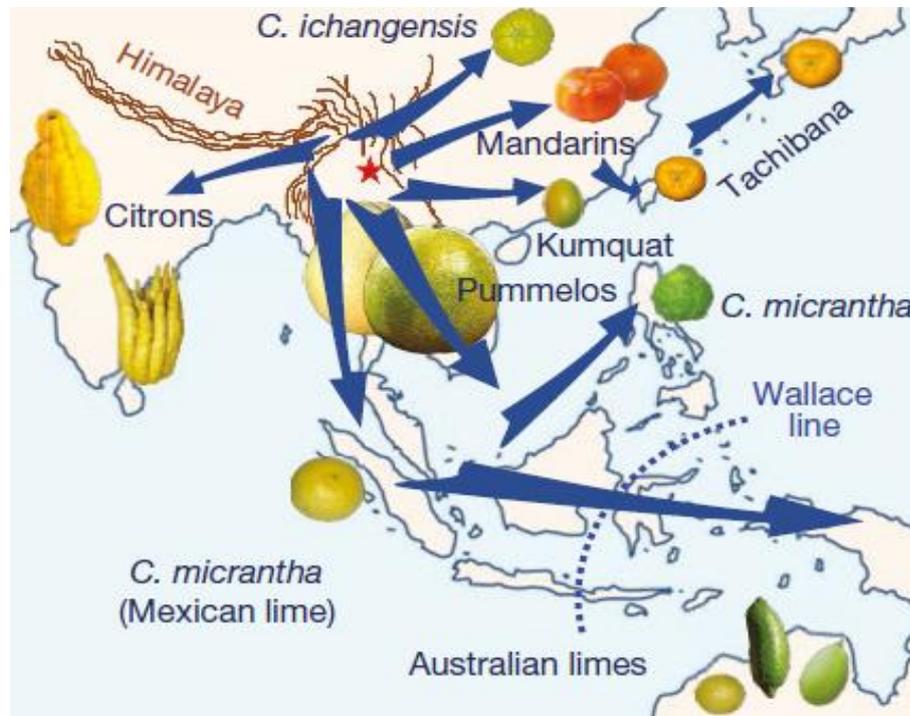


Figura 1. Propuesta de origen de cítricos y dispersión antigua

Fuente: Wu *et al.* (2018)

García Lor (2013) identifica cuatro especies que han dado lugar a la mayoría de cítricos cultivados; *Citrus maxima* (pomelos), *Citrus medica* (citrones), *Citrus reticulata* (mandarinas) y *Citrus micrantha* (limas).

La filogenia de los cítricos es controversial debido a la dificultad de identificar especies progenitoras puras o silvestres, provocado por la hibridación interespecífica sustancial que ha dado lugar a varios nuevos cultivares plantados y propagados clonalmente. (Wu *et al.*, 2018)

3.2. NECESIDADES ECOLÓGICAS

3.2.1. Suelo

Los cítricos son cultivados en suelos con una gran diversidad de características físicas y químicas, teniendo una gran capacidad de adaptación a un variado tipo de suelos (González y Tullo, 2019); sin embargo, no necesariamente será una adaptación óptima y por ello es necesario evaluar las características y propiedades del suelo (Ordúz-Rodríguez y Mateus, 2012).

Por su parte Molina (1999) señala que los cítricos prefieren suelos ligeros, de texturas franco arenosas, francas o franco arcillosas, con buen drenaje y aireación. Los suelos de texturas pesadas o arcillosas, y con limitaciones de drenaje, están asociados con problemas de crecimiento y al igual que González y Tullo (2019) menciona que conduciría a una asfixia radicular y a una mayor incidencia de enfermedades como la gomosis (*Phytophthora sp.*) o pudrición del pie.

3.2.2. Clima

Las principales regiones productoras de cítricos se encuentran ubicadas en el subtropico, entre los 23,5° y 40° de latitud en ambos hemisferios, estas regiones se conocen como los cinturones cítricos del mundo (Ordúz-Rodríguez y Mateus, 2012). No obstante, los cítricos tienen una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. Sin embargo, la condición ambiental del medio puede alterar significativamente las características de las plantas; como altura, aspecto de las hojas y longevidad del fruto, además sobre este puede afectar su forma, tamaño, color de la cáscara, color de la pulpa, textura y contenidos de azúcares y ácidos solubles (González y Tullo, 2019).

Spiegel-Roy y Goldschmidt (1996) por su parte, describen algunas necesidades climáticas más específicas como que los cítricos requieren un verano largo y cálido para que la fruta crezca y alcance madurez, pero estas altas temperaturas pueden afectar también la calidad de la fruta como por ejemplo la baja acidez. En las zonas donde los veranos son largos y secos el riego es importante para mantener satisfactoriamente el crecimiento y desarrollo de la fruta. Por otro lado, las bajas temperaturas se necesitan para desarrollar la pigmentación de la cáscara en naranjas y mandarinas.

3.3. PATRONES Y CULTIVARES

3.3.1. Patrones

La citricultura actual, según Saunt (1990), no se podría concebir sin el uso de patrones o portainjertos. Agustí (2012) manifiesta que el patrón influye en más de 20 características hortícolas. Algunas de estas características son el vigor del árbol, rendimiento, tamaño del fruto, calidad del jugo, tolerancia a enfermedades, entre otras de las varias características sobre las que actúa (Agustí, 2012; Saunt, 1990). En el Anexo 1 se muestra un cuadro descriptivo de las características de diferentes patrones.

Naranja Agrio (*Citrus aurantium*)

Es uno de los patrones más utilizados en lugares donde el virus de la tristeza no es problema, el naranja agrio imparte vigor moderado a los árboles, dando buena producción de fruta de alta calidad. La fruta presenta un total de sólidos solubles alto y una acidez de moderada a alta que se considera como factor que le permite mantener la fruta en el árbol por largos periodos de tiempo (Saunt, 1990). En un comparativo de veinte patrones ninguno logró superar el naranja agrio en lo que respecta a sólidos solubles e índice de madurez (Uribe-Bustamente *et al.*, 2012).

Limón Rugoso (*Citrus jambhiri*)

El limón rugoso da buen vigor y resulta en árboles de gran tamaño, particularmente en suelos arenosos, en regiones calientes y húmedas. La fruta a menudo tiene la corteza más gruesa, bajo contenido de jugo y una baja relación de sólidos solubles con la acidez (Saunt, 1990). Las frutas de cultivares de mandarinas injertadas sobre este patrón tienen tendencia a bufarse

y granularse con más facilidad (Anderson, 1996); sin embargo, para Jiménez y Zamora (2010) los pomelos y toronjas son menos susceptibles a pudriciones postcosecha. Jiménez y Zamora (2010) también mencionan la tolerancia intermedia a la salinidad y a la concentración de cloruros.

Mandarina ‘Cleopatra’ (*Citrus reshni*)

La mandarina ‘Cleopatra’ tiene rasgos buenos como malos. Alcanza buen tamaño, pero tiene baja producción y demoran en comenzar a soportar picos de producción, esto ocurre más en las naranjas que en las mandarinas, también produce frutas de tamaño pequeño, pero de sobresaliente calidad (Saunt, 1990), otra ventaja de la mandarina ‘Cleopatra’ es su mejor tolerancia a la salinidad por ello suele recomendarse cuando la salinidad supera los 3 dS/m y las concentraciones de cloruros sobre los 800 ppm (Jiménez y Zamora, 2010).

Citrumelo ‘Swingle’ (*Poncirus trifoliata* (L) Raf. x *Citrus paradisi* Macf)

Es un híbrido entre naranjo trifoliado y toronja. Produce fruta de sobresaliente calidad igualando las características del naranjo dulce (Saunt, 1990). Con respecto al vigor, Quaggio *et al.* (2004) concluyeron que el citrumelo ‘Swingle’ inducía una canopia más pequeña que mandarina ‘Cleopatra’ y Lima ‘Rangpur’.

Por su parte Ordúz-Rodríguez y Mateus (2012) describen al citrumelo ‘Swingle’ como tolerante a tristeza, xiloporosis y Armillaria y resistente a *Phytophthora*, pero susceptible a exocortis y a suelos salinos, pero se adapta bien a suelos arenosos o limosos.

3.3.2. Cultivares comerciales de cítricos

Ortiz (1986) agrupó a los cítricos agronómicamente en ocho grupos: citrones, limones, limas, naranjos agrios, naranjos dulces, mandarinas (que incluyen los híbridos), pomelos y pummelos. Como ejemplos comerciales más representativos vemos en la Tabla 1 la agrupación de Saunt (1990) para las naranjas, las mandarinas y los híbridos con algunos ejemplos de los cultivares dentro de estos grupos.

Tabla 1: Detalle de cultivares de naranjas, mandarinas e híbridos.

CÍTRICOS	GRUPOS	NOMBRE CIENTÍFICO	CULTIVARES
NARANJA DULCE	Naranja Navel	<i>Citrus sinensis</i>	Washington Navel Lane late
	Naranja Común	<i>Citrus sinensis</i>	Valencia
	Naranjas Pigmentadas	<i>Citrus sinensis</i>	Sanguinello
	Naranjas sin acidez	<i>Citrus sinensis</i>	Sucreña
MANDARINAS	Mandarina Satsuma	<i>Citrus unshiu</i>	Owari Okitsu
	Mandarina Común	<i>Citrus reticulata</i>	Clementina Nules Dancy Fortune
	Mandarina King	<i>Citrus nobilis</i>	King
	Mandarina Mediterránea	<i>Citrus deliciosa</i>	Mediterranea
HÍBRIDOS	Tangores	<i>Citrus reticulata x Citrus sinensis</i>	Murcott W. Murcott Tango
	Tangelos	<i>Citrus reticulata x Citrus paradisi</i>	Minneola

Fuente Saunt 1990

Naranja ‘Washington Navel’

El cultivar Washington Navel se originó probablemente del cultivar Bahía en Brasil (Gonzales, 2014). La Estación Experimental La Palma en Chile recorre la historia mencionando su traslado a Washington D.C. en 1870 y posteriormente a California en 1873 donde le dieron el nombre de ‘Washington Navel’.

Saunt (1990) señala que los árboles del cultivar Washington Navel son de vigor y tamaño medio, con pobre adaptabilidad a condiciones extremas de clima. Tiene características óptimas como naranja de mesa, debido a su color naranja intenso, tamaño mediano a grande, forma redondeada y “ombligo” pequeño. Su pulpa es firme con una adecuada relación de grados Brix y acidez (Estación Experimental La Palma, s.f.).

Tangor ‘W. Murcott’

El tangor ‘W. Murcott’, se originó en Marruecos. Es un árbol de tamaño y vigor medio, la fruta tiene poca semilla en ausencia de polinización cruzada, de lo contrario presentará

semillas si se encontrara con cultivares polinizantes alrededor. Tiene una cáscara naranja delgada y fácil de pelar además de una pulpa jugosa (Universidad de California Riverside, s.f).

Tangor ‘Tango’

Tango, como se le ha denominado a este tangor, es el resultado de una mutación inducida al irradiar yemas del cultivar W. Murcott; fue desarrollado por la Universidad de California en Riverside. La fruta del cultivar Tango es similar en apariencia, calidad y producción al cultivar W. Murcott. la principal diferencia es el número de semillas. En presencia de polinización cruzada sólo tendrá en promedio 0.04 a 0.2 semillas por fruto. (Siebert *et al.*, 2010).

Tangor ‘Orri’

El cultivar Orri es un tangor de origen israelí desarrollado por científicos de la Organización de Investigación Agrícola Volcani Center, a partir de la irradiación del cultivar Orah.

El cultivar Orri tiene polen y óvulos con baja viabilidad, por tanto, no es completamente estéril y se debe considerar los polinizantes cercanos. Este tangor puede tener entre 0 a 2 semillas por ello es considerada “seedless”. (Citrogold, 2012)

En Citrogold (2012) se afirma que el cultivar Orri no es sensible a la mancha marrón de *Alternaria*. Además, Barry et al. (s.f.) también identificaron que el tangor ‘Orri’ no era susceptible a *Alternaria*, por ello deslindaron el parentesco del polen de la mandarina ‘Dancy’ y afirmaron que el polen parental es de la mandarina ‘Kinnow’.

3.4. FISIOLOGÍA DE LOS CÍTRICOS

3.4.1. Polinización

La polinización puede ser por el viento o por los insectos; sin embargo, los cítricos presentan polen pesado y viscoso lo que hace difícil su transporte por el viento, pero se adhiere fácilmente al cuerpo de los insectos, por ello los principales agentes polinizadores son las abejas. (Frost y Scoot, 1968, como se citó en Fasiolo y Rey, 2013).

3.4.2. Esterilidad

La esterilidad gamética consiste en la incapacidad de producir óvulos o polen fértil. En el primer caso se denomina ginoesterilidad y en el segundo androesterilidad. En los cítricos, tanto la mandarina Satsuma como el grupo de naranjas tipo “navel” son ejemplos de androesterilidad (Agustí *et al.*, 2003) y de ginoesterilidad debido a una degeneración generalizada del saco embrionario (Agustí y Primo-Millo, 2020).

3.5. NUTRICIÓN MINERAL

De acuerdo a Zekri (2016), los nutrientes influyen directamente en la calidad de la fruta como se observa en la Tabla 2; por ello, para una adecuada administración de estos nutrientes es muy importante elegir de manera acertada la cantidad, momento y lugar de aplicación, así como la fuente de fertilizante seleccionada.

Tabla 2: Efectos de los macronutrientes en la calidad de las frutas de cítricos

Variable	N	P	K
<i>Calidad del jugo</i>			
Contenido de jugo	+	0	-
Sólidos solubles	+	0	-
Acidez	+	-	+
SS/A	-	+	-
Color jugo	+	-	-
<i>Calidad externa del fruto</i>			
Tamaño	-	0	+
Peso	-	0	+
Fruta verde	+	+	+
Grosor piel	+	-	+

Incremento (+), disminución (-), sin cambios (0)

Fuente: Zekri, 2016

3.5.1. Nitrógeno

El nitrógeno tiene especial importancia porque la planta necesita este nutriente para su crecimiento; apariencia y producción de fruta más que otro elemento mineral. El nitrógeno afecta la absorción y distribución de prácticamente todos los otros elementos (Zekri, 2016).

González y Tullo (2019) al igual que Zekri (2016) mencionan la importancia en el período primaveral como periodo de mayor demanda, debido a la presencia de la flor, del cuaje y multiplicación de la célula del fruto. Este período entre la máxima absorción y la mayor demanda, debe ser cubierto con la suficiente provisión para su acumulación y utilización en el tiempo adecuado. Legaz *et al.* (s.f) identifican la deficiencia de nitrógeno con amarillamiento de follaje y disminución de vigor.

3.5.2. Fósforo

El fósforo está presente en todo el tejido vivo, está particularmente concentrada en las partes jóvenes de la planta, flores y semillas. El fósforo es necesario para la fotosíntesis y síntesis y descomposición de carbohidratos en la transferencia de energía dentro de la planta. Está involucrado en el consumo y translocación de nutrientes, también es importante en la división celular y crecimiento de la planta, este se reduce cuando el aporte de fósforo es demasiado bajo (Zekri, 2016). No se ha definido una sintomatología específica para la deficiencia de fósforo, Legaz *et al.* (s.f.). mencionan un bronceado mate y un quemado en las puntas de las hojas.

3.5.3. Potasio

El potasio es uno de los nutrientes aplicado en la fertilización que tiene un rol determinante en la producción, el tamaño y la calidad. Los cítricos consumen grandes cantidades de potasio comparado con otros nutrientes. El potasio se mueve de las hojas al fruto y semillas en todo su desarrollo; importante en la formación de los frutos en el tamaño, sabor y color. (Zekri, 2016). La deficiencia de potasio descrita por Legaz *et al.* (s.f.) describe una reducción de vigor vegetativo, además las hojas se enrollan y arrugan; las brotaciones nuevas son débiles.

3.6. LABORES ESPECIALES EN LOS CÍTRICOS

3.6.1. Anillado y rayado

El anillado se refiere al corte simple de la corteza del tronco o ramas principales interrumpiendo transitoriamente el floema y como consecuencia provocando una mayor acumulación de carbohidratos y hormonas en la copa (Rivas *et al.*, 2006). Por su parte, Cabezas y Rodríguez (2010) precisan que el anillo de corteza a retirar debe ser de un ancho

de 5 mm, evitando daños en las células xilemáticas. Además, concluyeron que el anillado de ramas productivas aumenta el tamaño del fruto por tanto también el volumen de cosecha.

Gaete (2007) detalla un procedimiento alternativo al anillado: el rayado fino, el cual se realiza con una tijera con hoja curva y afilada, con la que se rodea la rama a rayar y se presiona hasta notar la resistencia de la propia madera, el corte de la corteza es de 1 mm de ancho, alrededor de toda la circunferencia de la rama.

Los cítricos poseen un mecanismo autorregulatorio endógeno que ajusta la carga de frutos a la capacidad del árbol para nutrirlos (Agustí, 2003); es por ello que el rayado de ramas realizado en plena caída fisiológica de frutos, esto es, 25 días después de que las flores pierdan los pétalos, reduce la abscisión de los frutos al mismo tiempo que aumenta su contenido en sacarosa. El rayado de ramas es, por tanto, una técnica eficaz para aumentar la producción (Mesejo, et al., 2018).

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

4.1.1. Ubicación

La Pampa de Villacurí se encuentra ubicada en el distrito de Salas, provincia y departamento de Ica a una latitud: 13° 55' 00" S y a una longitud: 75° 54' 00" O.

4.1.2. Población

La Pampa de Villacurí laboralmente recoge la población cercana del distrito de Salas propiamente dicho, dentro de ellos su centro poblado Nueva Esperanza conocido como “La Expansión” con población inmigrante de la región de la sierra y en dirección hacia el norte el centro poblado Santa Cruz de Villacurí conocido en la provincia como “Barrio Chino”, con población inmigrante predominante de la región selva. Las personas de estos centros poblados llegaron a la ciudad cuando el principal cultivo era espárrago y a partir del cambio de cultivo que se generó hace aproximadamente diez años ha desarrollado su experiencia en las labores del cultivo de vid, dejando su participación en los campos de cítricos para momentos del año en que no interfiera con las labores del espárrago y la vid ya mencionados.

4.1.3. Principales cultivos

En la Pampa de Villacurí del distrito de Salas, la agricultura está dedicada principalmente a a cultivos de exportación, es así que el área cultivada está estrechamente relacionada con el área certificada en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). En la Figura 3 podemos ver que en el 2020 el cultivo de uva ocupaba el 65.7% del área, lo que se traduce en 4342.66 hectáreas; los cítricos representados por las mandarinas, tangeres, tangelos y naranjas en conjunto solo representan el 9.7% del área y se ubican en el cuarto lugar demostrándose así la amplia preferencia que tiene el cultivo de vid en la zona.

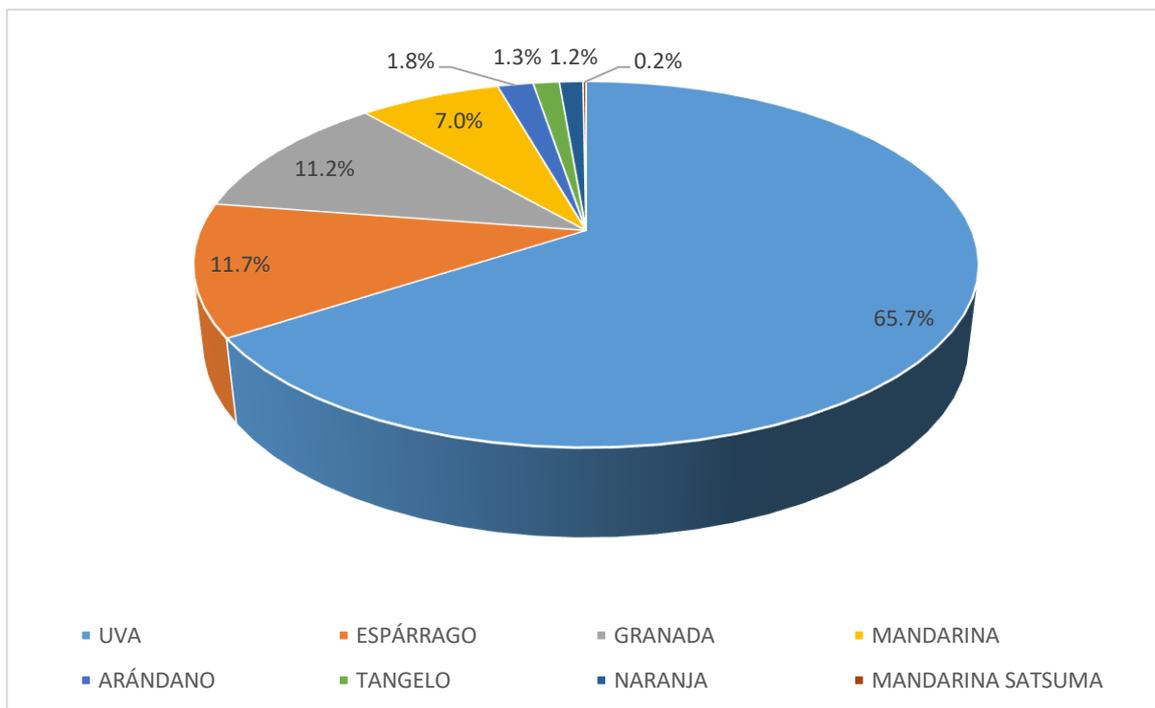


Figura 2: Distribución del área certificada para exportación en la Pampa de Villacurí

Fuente: SENASA Perú

4.1.4. Ecología

a. Suelo

Capacidad de Uso Mayor del Suelo

Según el Mapa de Capacidad Mayor de las Tierras del Perú (1981), elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN, los suelos de la Pampa de Villacurí, corresponden a los grupos **X – C1 s(r)**: Asociación de Protección-Cultivo Permanente. Limitación suelo – necesidad de riego. Calidad agrológica alta como se desglosa en la Tabla 3. (GEO GPES-PERU, s.f.)

Tabla 3: Capacidad de Uso Mayor del Suelo

GRUPO	X-C	Asociación de Protección Cultivo Permanente.
CLASE	1	Calidad agrológica alta
SUBCLASE	r	Limitación suelo Necesidad de riego

b. Clima

Según el mapa de la clasificación climática del SENAMHI; Ica tiene una clasificación E (d) B'. lo que se traduce en un tipo de clima árido con deficiencias de humedad en todas las estaciones/templado. (SENAMHI, 2020). Se describe la Tabla 4 la simbología con sus características propias del lugar.

Tabla 4: Clasificación climática de SENAMI

	Descripción	
Precipitación Efectiva	E	Árido
Distribución de la precipitación en el año	d	Deficiencias de lluvias en todas las estaciones
Eficiencia de temperature	B'1	Semicálido

4.2. FUNDOS DE PRODUCCIÓN

4.2.1. Ubicación

Los fundos Casa Chica y La Rinconada lugares de donde se recogerán las experiencias del trabajo, se ubican en la Pampa de Villacurí, distrito de Salas, provincia y departamento de Ica. Se encuentran ubicados a una distancia de 4.5 km entre ellos aproximadamente (Figura 3).



Figura 3. Imagen satelital de los fundos Casa Chica y La Rinconada indicando la distancia entre ellos

4.2.2. Recurso Suelo/Agua

En los resultados de los análisis de suelo de cuatro lotes representativos de los fundos mostrados en la tabla 5, podemos observar que las características bastantes similares entre ellos, siendo la arena la clase textural más representativa aun cuando hay lotes como el HC2 que tiene una textura franco arenoso por una mayor presencia de limo y arcilla y menor porcentaje de arena. Estas clases texturales tienen una capacidad de retención de agua muy baja y una tasa de infiltración de agua muy rápida, lo que aleja rápidamente el agua de la zona radicular que está entre los 20 cm y 30 cm de la superficie de suelo. La materia orgánica es muy baja sin alcanzar el 1% de presencia en los suelos estudiados. Otra de las características resaltantes es la conductividad eléctrica; según la interpretación de suelos de la USDA el HC4 es un suelo moderadamente salino y HC2, HC9 y LC5 son suelos extremadamente salinos en donde solo cultivos tolerantes y muy tolerantes pueden rendir satisfactoriamente.

Tabla 5: Análisis de suelo los lotes muestreados de ambos fundos.

PARÁMETRO	UND.	CASA CHICA			LA RINCONADA
		HC4	HC2	HC9	LC5
<u>Textura</u>					
Arena	%	88.42	82.42	88.92	85.42
Limo	%	4.5	8.5	3.5	4
Arcilla	%	7.08	9.08	7.58	10.58
Clase Textural		Arena	Arena franca	Arena	Arena
Porcentaje de saturación de agua	%	22.75	24.83	27.25	22.3
Carbonato de calcio total	%	1.86	0.89	1.12	3.74
Conductividad Electrica (E.S)	dS/m	3.03	6.6	7.02	5.94
pH (1/1)		8.18	7.78	7.83	7.75
Fósforo disponible	mg/kg	0.46	3.66	2.76	2.168
Materia orgánica	%	0.03	0.14	0.1	0.38
Potasio disponible	mg/kg	147.8	167.2	148.2	167.6
<u>Cationes cambiables</u>					
Calcio	cmol(+)/kg	2.54	3.42	3.04	4.73
Magnesio	cmol(+)/kg	0.45	0.65	0.41	0.87
Sodio	cmol(+)/kg	0.27	0.42	0.26	0.23
Potasio	cmol(+)/kg	0.36	0.41	0.34	0.41
P.S.I.	%	7.55	8.53	6.45	3.64
C.I.C.E.	cmol(+)/kg	3.63	4.88	4.05	6.24

En lo que respecta al recurso agua las actividades enfocadas a la agricultura de agro exportación de la zona dependen exclusivamente del uso de aguas subterráneas. En los fundos de estudio se cuentan con nueve pozos tubulares. En la Figura 4 podemos observar como los caudales reales han ido disminuyendo con respecto al caudal autorizado.

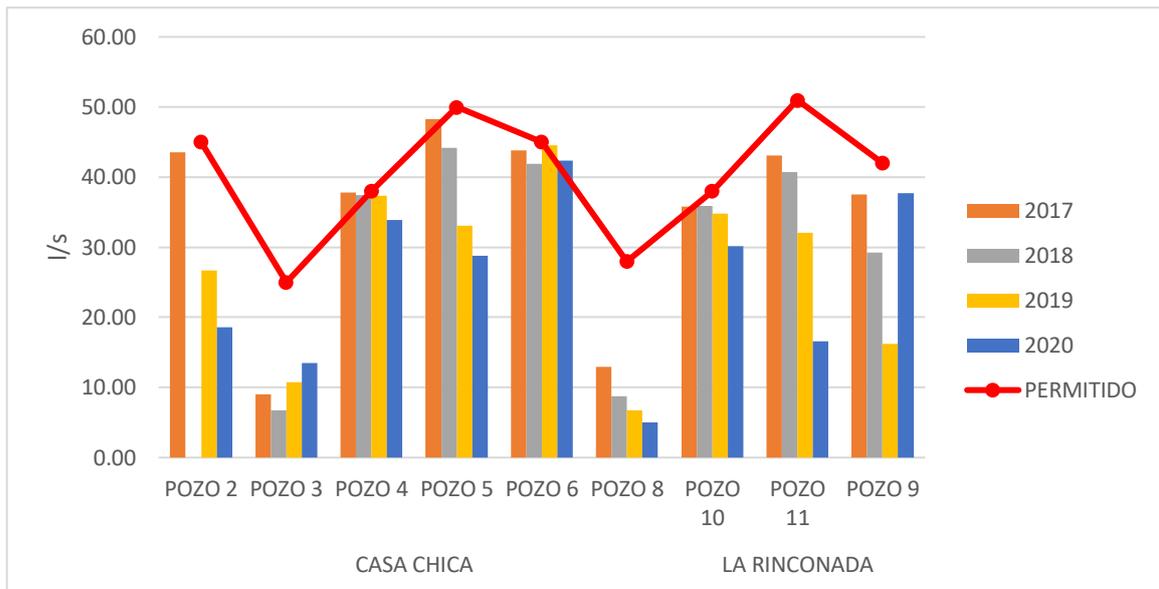


Figura 4 . Comportamiento del caudal (l/s) de los pozos en los fundos Casa Chica y La Rinconada

La calidad de agua es otro factor determinante al momento de la producción en la zona. En la Tabla 6 se ha comparado el comportamiento de dos pozos con respecto a los años 2018 y 2020. Se puede ver principalmente el incremento de conductividad eléctrica del agua en ambos pozos en el 2020, el pozo 5 presenta una C.E. de 7.22 dS/m y el pozo 10 presenta una C.E. de 6.74 dS/m ligeramente menor; sin embargo, este pozo mostró una marcada disminución de la calidad de agua entre el 2018 y 2020, lo cual se aprecia al observar los valores de C.E. entre esos dos años. De acuerdo con las normas de clasificación de aguas de Riverside (Dell'Amico *et al.*, 2011) el pozo 5 tiene una clasificación C6S2, siendo considerada un agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego, además con contenido medio en sodio, y, por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de este elemento; sin embargo, este riesgo es más preocupante en suelos arcillosos con baja permeabilidad. Los suelos de los fundos al ser principalmente arenas con alta permeabilidad pueden reducir estos riesgos; sin embargo, deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante de este, corrigiendo en caso sea necesario. El pozo 10 tiene una clasificación C5S2, la que también es considerada un agua de salinidad excesiva que debe usarse limitadamente, ambos pozos presentan un riesgo de salinización muy alto y un riesgo de sodificación medio a bajo que debe ser evaluado constantemente.

Tabla 6: Análisis de agua de dos pozos representativos de los fundos en estudio

	CASA CHICA		LA RINCONADA	
	POZO 5		POZO 10	
	2018	2020	2018	2020
pH	7.32	7.59	6.21	7.71
C.E (dS/m)	6.51	7.22	4.3	6.74
Ca ²⁺	40.33	39.5	25.73	41
Mg ²⁺	6.9	7.43	5.36	8.92
K ⁺	0.34	0.35	0.16	0.22
Na ⁺	12	13.6	8.14	0.79
NO ³⁻	0.76	3.31	0.43	1.71
Cl ⁻	49.38	50.7	27.59	46.2
SO ₄ ²⁻	8.17	11.1	12.23	17.5
B	0.15	0.23	0.18	0.15
Cu	0.01	<0.05	0.01	<0.05
Fe	0.09	<0.06	0.09	<0.05
Mn	<0.02	<0.07	<0.02	<0.05
Zn	0.01	<0.08	0.01	<0.05

4.2.3. Clima

La empresa Casa Chica cuenta con su propia estación meteorológica marca Davis modelo Vantage pro de la cual se han recolectado los datos para establecer un promedio del comportamiento climático en los últimos cinco años. Esta estación está ubicada a 13° 56' 16" S y 75° 54' 17" O. (Ver anexo 3 para identificar su ubicación). En el anexo 5 se puede ver las variables registradas por la estación meteorológica.

Temperatura

La temperatura no ha variado mucho en los últimos cinco años, en el anexo 6 se puede observar las temperaturas máxima mínima y promedio de los últimos 5 años (2016 al 2020). Los meses de mayo hasta agosto son los más fríos, coincidentes con la maduración de la fruta lo que ayuda en este proceso. Por otro lado, las temperaturas máximas alcanzadas superan los 30°C desde el mes de noviembre hasta el mes de mayo, así mismo la temperatura máxima más alta alcanzada durante los últimos 5 años fue 36.8°C ocurrida en febrero del 2019. Las temperaturas altas resultan en condiciones más extremas para las plantas.

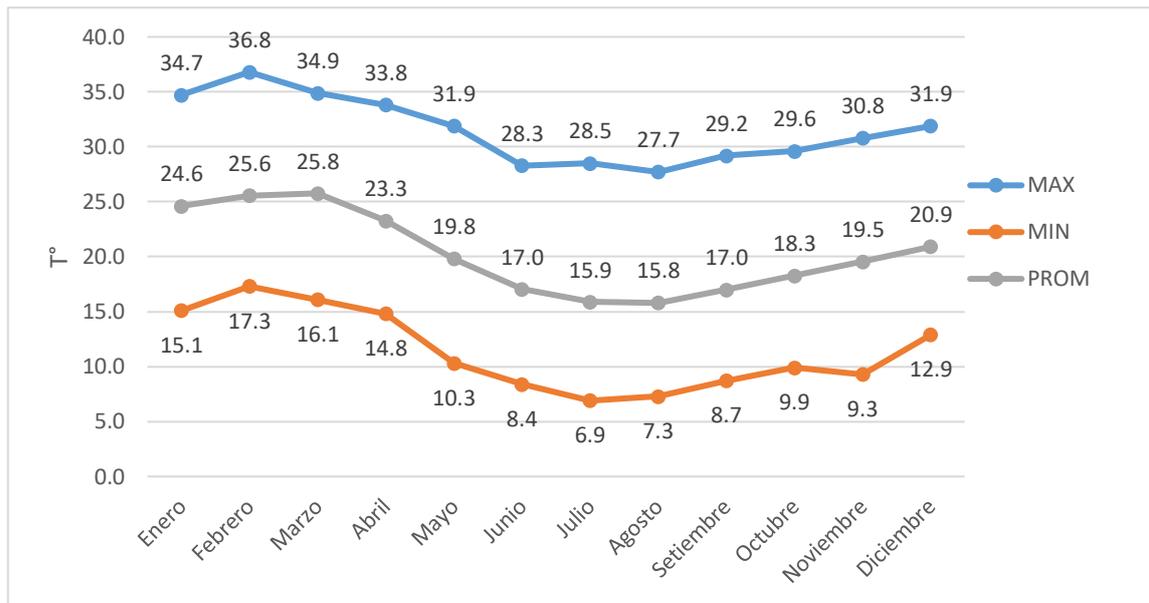


Figura 5. Temperatura máxima, mínima y promedio del 2016 al 2020

Humedad Relativa

La humedad relativa desciende a rangos de 32% a 43 % correspondiente al tipo de clima árido, pero alcanza sus máximos valores en horas de la madrugada sin mucha variación durante todo el año entre 94% y 97%, mostrando una gran diferencia con los valores mínimos que se alcanzan durante el día (Figura 6).

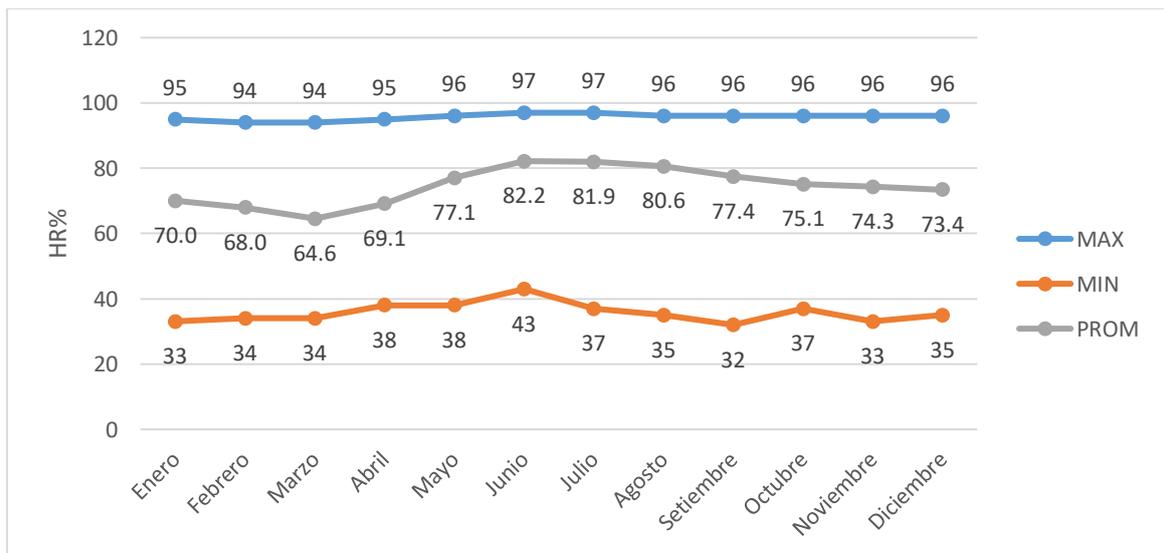


Figura 6. Humedad relativa máxima, mínima y promedio del 2016 al 2020

Evapotranspiración

La evapotranspiración como se muestra en la Figura 7 es un factor que incide de manera directa en el requerimiento hídrico de las plantas, se puede apreciar que el 2019 y el 2020 se alcanzaron valores más extremos durante los meses de verano y los meses de invierno fueron los más bajos de los años mostrados.

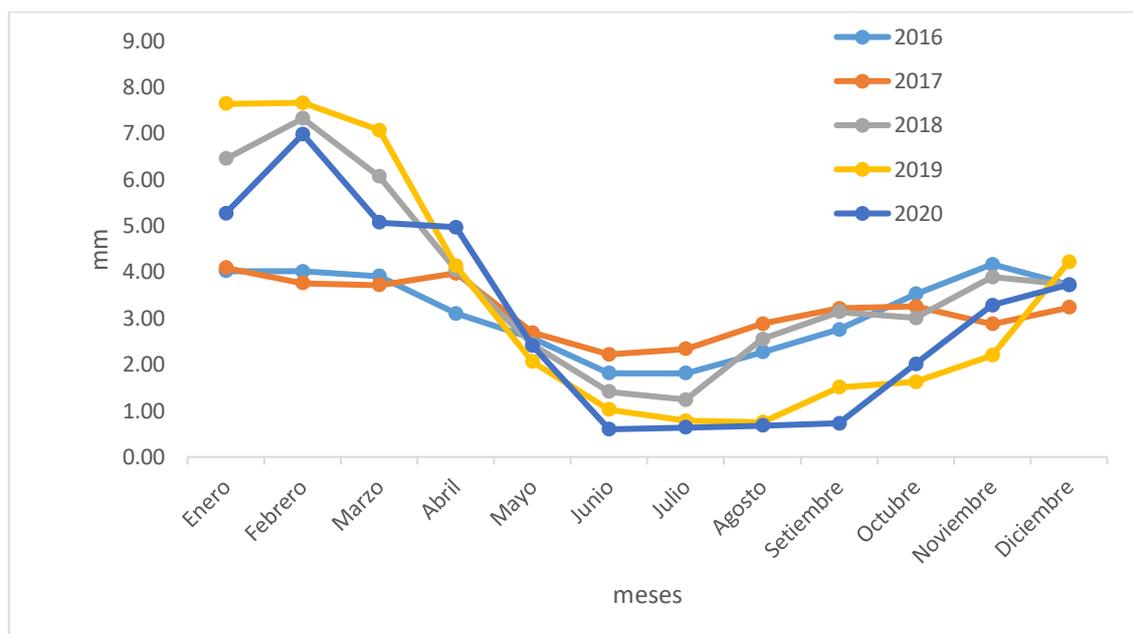


Figura 7. Evapotranspiración promedio mensual

4.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES

4.3.1. Elección de patrones y cultivares

La elección de patrones y cultivares es parte importante al momento de tomar la decisión de instalar un cultivo. El patrón nos dará características necesarias para afrontar algunas condiciones de la zona de producción y los cultivares se adecuarán además a nuestros requerimientos comerciales.

El Fundo Casa Chica, como fundo productor de cítricos, en el año 1998 utilizó parte de su campo para experimentar con patrones y cultivares e identificar in situ cuáles eran los que se adecuaban mejor a las condiciones del campo.

En la Figura 8 podemos observar la distribución de cultivares seleccionados para este campo experimental: mandarinas ‘Nova’ y ‘Fortune’; naranjas ‘Washington Navel’, ‘Lane Late’ y ‘Valencia’; tangores ‘Ortanique’, ‘W. Murcott’ (Delite Afourer); Tangelo ‘Minneola’; Limón ‘Florida’

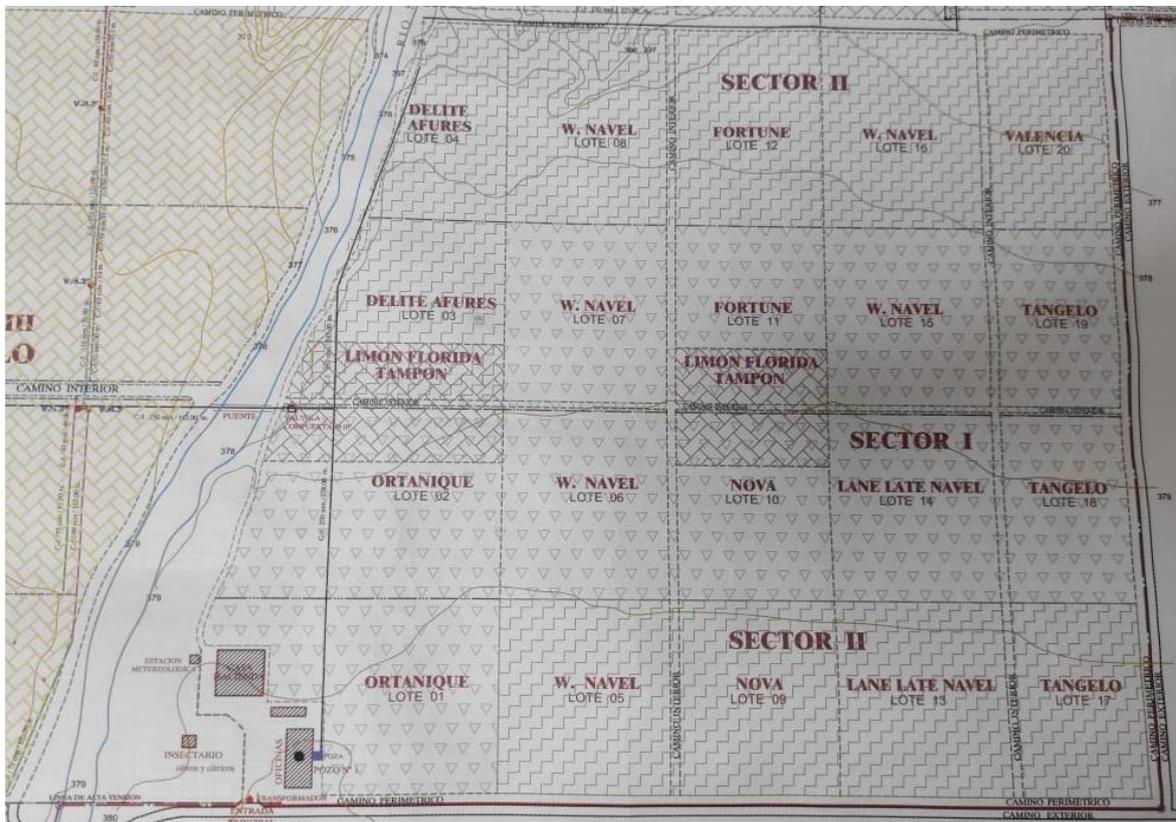


Figura 8. Distribución de cultivares en el campo experimental

a. Patrones

Citrumelo ‘Swingle’

Es un patrón muy conocido en las zonas productoras de Chíncha, sin embargo, bajo las condiciones del Fundo en Villacurí con el tiempo dejó de comportarse dentro de las expectativas de producción. El patrón citrumelo ‘Swingle’ fue el primero que presentó problemas después que se decidió reinjertar con el tangor ‘W. Murcott’ en el año 2009 y reiniciaron producción en el 2011; estas plantas mostraron una diferencia entre el crecimiento del patrón y el tallo del cultivar lo cual permitía identificar con mucha facilidad estas plantas; esta diferencia en el crecimiento es conocida en la zona como “pata de

elefante” (Figura 9A) y algunos autores consideran que el sobrecrecimiento del citrumelo ‘Swingle’ se debe a que es un patrón con menor actividad que el injerto y al no existir un absoluto reposo del cultivar, el patrón recibe alimento adicional lo que lo fuerza a tener un desarrollo anormal (Collado. s.f.). Estas plantas reinjertadas mostraron una cantidad de frutos por árbol superior al promedio, pero no lograban concluir con la maduración y los árboles empezaron a mostrar una clorosis generalizada seguida de la defoliación de la planta y frutos que no cambiaban de color (Figura 9B). Luego de tres años en que esta sintomatología se iba haciendo cada vez más intensa se tomó la decisión de eliminar estas plantas.

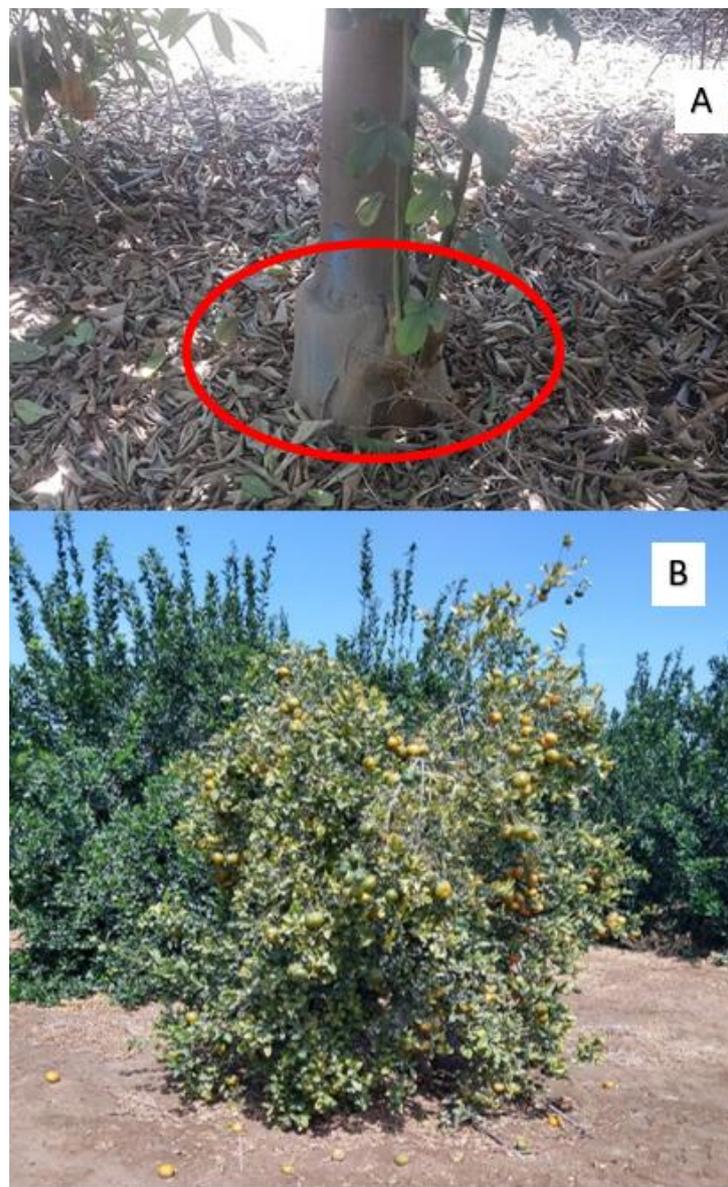


Figura 9. A. Sobrecrecimiento del citrumelo ‘Swingle’. B. Planta de ‘W. Murcott’ injertada sobre citrumelo ‘Swingle’ mostrando clorosis generalizada.

Limón Rugoso

Es un árbol de mucho vigor que reduce la calidad de fruta por lo que no se usa mucho para las mandarinas y/o tangores. En la naranja permite tener árboles muy vigorosos ayudando con el calibre y calidad de cáscara; más gruesa y resistente. En el campo experimental con las mandarinas fue notoria la diferencia de mandarinas injertadas sobre limón rugoso e injertadas sobre mandarina ‘Cleopatra’ tanto en vigor y desarrollo del árbol como en el tamaño y calidad de la fruta. Este vigor se demuestra en la aparición continua de brotes desde la base del patrón conocidos como “mamones”, estos brotes si no se eliminan en el momento adecuado crecen rápidamente y puede llegar a producir flores lo que puede ser un riesgo de polinización para otros cultivares y también pueden llegar a fructificar (Figura 10).



Figura 10. Frutas de limón Rugoso del patrón no eliminado (mamón)

Mandarina ‘Cleopatra’

Patrón muy usado por su tolerancia a la salinidad, característica principal para su elección, sin embargo, se le conoce también como un patrón que no ofrece precocidad en la producción lo que retrasa la primera cosecha hasta el cuarto año bajo nuestras condiciones. Sin embargo, otorga características de calidad a la fruta que se han considerado más adecuadas para los tangores, como dar frutos medianos a pequeños y cáscaras delgadas conocidas como las “easypeeler”.

b. Cultivares

Para elegir un cultivar hay que tomar en cuenta la preferencia de los consumidores; adecuarse a lo que el mercado requiera y que la tendencia sea seguir consumiéndose con los años. Sin embargo, no todos los cultivares tienen el mismo comportamiento en diferentes zonas geográficas por ello es importante ver las condiciones de la zona donde se van a instalar.

Naranja ‘Washington navel’

Naranja del grupo de las navel, que presenta un denominado ombligo, que corresponde a la formación de un fruto rudimentario en el extremo distal del fruto principal. Es producida principalmente para mercado local y en los últimos años se ha introducido a la exportación, para ello es necesario controlar el tamaño exagerado del ombligo (Figura 11) con aplicaciones de 2, 4-D en plena floración.



Figura 11. Crecimiento exagerado del ombligo de la naranja 'Washington navel'

La naranja 'Washington navel' se puede adelantar en el calendario de cosecha por el proceso de desverdizado que consiste en cosechar la fruta en madurez fisiológica, pero sin haber alcanzado el cambio de color. La naranja se cosecha cuando ya inicio el cambio de color y se puede diferenciar por un tono verde amarillento, es en ese momento que se recolecta de campo y se ingresa a una cámara de ambiente controlado inyectándole 5 ppm de etileno y manteniendo las concentraciones de CO₂ menores al 1%, una humedad entre el 90-95%.

Naranja 'Lane late'

Naranja del grupo de las navel, con un "ombbligo" menos pronunciado en comparación con el cultivar Washington navel, es una naranja tardía dirigida principalmente al mercado local debido a que se debe esperar la toma de color en el propio árbol (Figura 12) ya que su cáscara más delgada no ha permitido adecuar el proceso de desverdizado, lo que provoca la cosecha de una fruta envejecida que no tiene buena vida postcosecha.



Figura 12. Árbol de naranja 'Lane Late' listo para cosechar

Tangor ‘W. Murcott’

Tangor con mayor aceptación y presencia en el mercado, pero con varios problemas en la zona de producción para la toma de color y con problemas de polinización por otros cultivares cercanos.

Después de nueve años de tener el campo experimental se tomó la decisión de mantener el tangor ‘W. Murcott’; el tangelo ‘Minneola’ y la mandarina ‘Fortune’. Sin embargo, no se consideró que siendo estos autoincompatibles el polen de otros cultivares cercanos podría fecundarlos y generar semillas afectando directamente la calidad de la fruta. Cuando hay alta presión de variedades polinizadoras como se tuvo con los campos colindantes de tangelo ‘Mineola’ y mandarina ‘Fortune’ se llegó a tener 32 semillas por fruto, lo que reduce la calidad y el precio en el mercado. Cuando un año posterior se decidió eliminar estos campos con plantas polinizadoras como tangelo ‘Minneola’ y mandarina ‘Fortune’ las condiciones cambiaron y el número de semillas por fruta se redujo; actualmente se ha logrado tener 1 semilla promedio en 100 frutos.

Tangor ‘Orri’

El árbol del tangor ‘Orri’ tiene una estructura con ramas que se doblan desde la parte superior cubriendo las frutas, que recién se hacen visibles a la maduración por el cambio de color a anaranjado intenso y uniforme (Figura 13), en comparación con el tangor ‘W. Murcott’ que presenta ramas con dirección hacia arriba y frutas expuestas.

Además, tiene algunos requerimientos adicionales para tener una mejor producción como lo son aplicaciones de ácido giberélico, 10 ppm al momento de la caída de pétalos. Sin embargo, se ha observado que el mayor efecto para mejorar la cuaja y amarre de frutos es el rayado de ramas.

Este tangor está protegido con un royalty, y es llamada una “mandarina gourmet” por tener muy buen sabor. Actualmente se paga por el royalty 60 euros por planta y se debe estar inscritos en el Orri Runing Comitee (ORC) el cual fija un máximo de producción para que esta sea limitada y rentable para los productores al tener uno de los mayores precios del mercado entre \$1.2 y \$1.4 por kilogramos durante los últimos años



Figura 13. Árbol de tangor 'Orri'

Tangor 'Tango'

Tangor que al igual que el tangor 'Orri' tiene royalty ofreciendo como su principal beneficio no presentar semillas a pesar de tener cultivares polinizantes cercanos. Tiene un desarrollo vegetativo igual que el cultivar 'W. Murcott'. Se ha observado pequeñas diferencias en el calibre ligeramente menor comparado con el tangor 'W. Murcott' y un notable problema con respecto a la madurez con la caída más rápida de la acidez.

4.3.2. Injertación

Si bien la empresa Casa Chica no se dedica a la producción de plántones, sino que son comprados a viveros autorizados, el cultivar Orri demandó un tratamiento especial por sus licencias para reproducir, sembrar y producir. Con el temor de que sea reproducida ilegalmente por otros productores no autorizados requirió hacer una importación directa de varas yemeras (Figura 14).



Figura 14. Importación de varas yemeras desde Israel

En los cítricos se pueden utilizar diferentes tipos de injertos, inicialmente se esperaba realizar injertos de yema en su totalidad. Sin embargo, al recibir el material tanto del cultivar como de los patrones se tuvo que adecuar a la calidad de este (Figura 15). Lamentablemente se recibieron varas demasiado gruesas que no son recomendables usar porque el porcentaje de prendimiento es muy bajo. (Figura 15C).



Figura 15. Material de injertación importado. A. Varas gruesas envejecidas. B. Varas de 10 mm para injertos de yemas. C. Varas de 20 mm para injertos de púa.

En este caso se consideró utilizar las varas de 10 mm para hacer injertos de yema en "T" o escudetes (Figura 16A) y cuando las varas eran de 20 mm se hicieron injertos de hendidura (Figura 16B) buscando los patrones de similar grosor que la púa de 3 yemas obtenida de las varas.

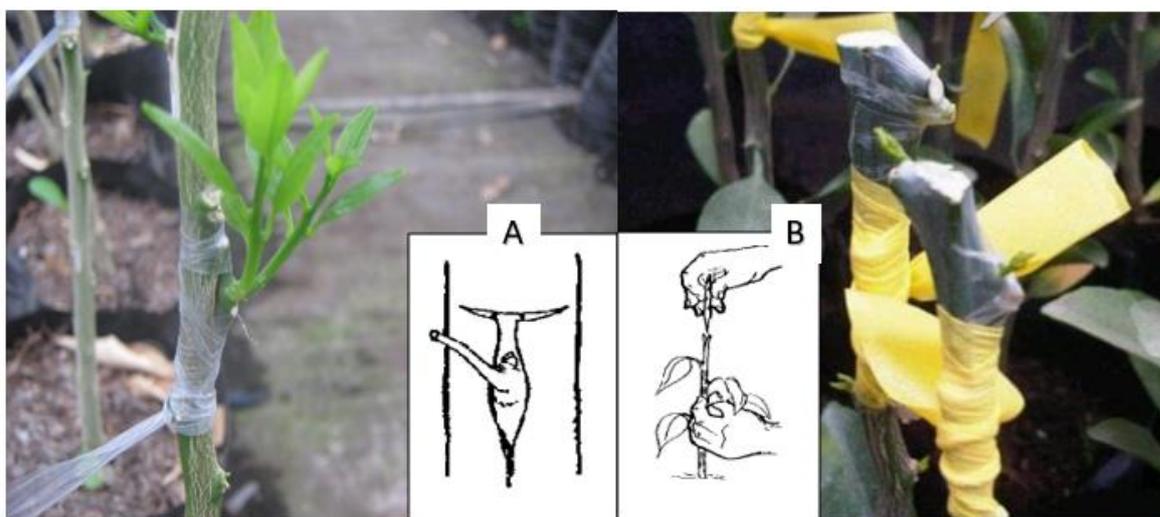


Figura 16. Tipos de injertos utilizados. A. Injerto de yema en "T". B. Injerto de púa en hendidura.

Durante el proceso se pudo diferenciar que el éxito fue más alto con los injertos de yema en comparación con los injertos de púa que se realizaron; con porcentajes de prendimiento de 85% y 70% para yema y púa respectivamente.

4.3.3. Cambio de cultivar

Esta es una práctica que se utiliza cuando los cultivares elegidos no responden a los niveles productivos esperados, o como se viene haciendo actualmente renovación de cultivares es por preferencias del mercado; entonces se busca una solución rápida para recuperar el árbol con el nuevo cultivar en menos tiempo.

En el caso del campo experimental del fundo Casa Chica que fue sembrado entre junio y julio de 1999, se evaluaron los cultivares instalados durante diez años, finalmente se decidió que el tanger 'W Murcott' era el que respondía mejor a las condiciones y a las expectativas del mercado. Entre enero y febrero del 2009 se empezó con la reinjertación lo que se muestra en la Tabla 6, donde se observa la distribución de los lotes con patrones y cultivares finales.

Tabla 7: Distribución de lotes con patrones y cultivares finales.

BLOQUE EXPERIMENTAL	HAS	PORTA INJERTO	CULTIVAR EXPERIMENTAL	CULTIVAR DEFINITIVO
LOTE 1	1.76	Mandarino 'Cleopatra'	Tangor 'Ortanique'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 2	1.33	Citrumelo 'Swingle'	Tangor 'Ortanique'	Tangor 'W. Murcott'
TAMPON	0.79	Mandarino 'Cleopatra'	Limon 'Florida'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 3	0.84	Mandarino 'Cleopatra'	Tangor 'W. Murcott'	SIN REINJERTO
LOTE 4	0.82	Citrumelo 'Swingle'	Tangor 'W. Murcott'	SIN REINJERTO
LOTE 5	1.4	Mandarino 'Cleopatra'	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 6	1.4	Citrumelo 'Swingle'	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 7	1.4	Limón Rugoso	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 8	1.6	Citrumelo 'Swingle'	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 9	1.4	Mandarino 'Cleopatra'	Mandarina 'Nova'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 10	1.04	Mandarino 'Cleopatra'	Mandarina 'Nova'	Tangor 'W. Murcott'
TAMPON	0.71	Mandarino 'Cleopatra'	Limon 'Florida'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 11	1.04	Citrumelo 'Swingle'	Mandarina 'Fortuna'	SIN REINJERTO
LOTE 12	1.6	Citrumelo 'Swingle'	Mandarina 'Fortuna'	SIN REINJERTO
LOTE 13	1.4	Citrumelo 'Swingle'	Naranja 'Lane Late'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 14	1.4	Limón Rugoso	Naranja 'Lane Late'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 15	1.4	Limón Rugoso	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 16	1.6	Citrumelo 'Swingle'	Naranja 'Washington Navel'	Tangor 'W. Murcott'
LOTE 17	1.14	Mandarino 'Cleopatra'	Tangelo 'Minneola'	SIN REINJERTO
LOTE 18	1.13	Mandarino 'Cleopatra'	Tangelo 'Minneola'	SIN REINJERTO
LOTE 19	1.1	Mandarino 'Cleopatra'	Tangelo 'Minneola'	SIN REINJERTO
LOTE 20	1.24	Mandarino 'Cleopatra'	Naranja 'Valencia'	Tangor 'W. Murcott'

Para realizar el cambio de cultivar hubo dos maneras (Figura 17), la primera requiere de una poda severa que elimine toda la copa del árbol hasta dejar unos 50-60 cm de cada rama primaria y sobre estas proceder a efectuar la reinjertación. La segunda opción consiste en realizar una poda más intensa eliminando las ramas primarias inclusive, dejando solo el tronco principal conformado por el tallo del patrón y del cultivar originalmente injertado. En ambos casos se procede a realizar un injerto de corona sobre la madera vieja.

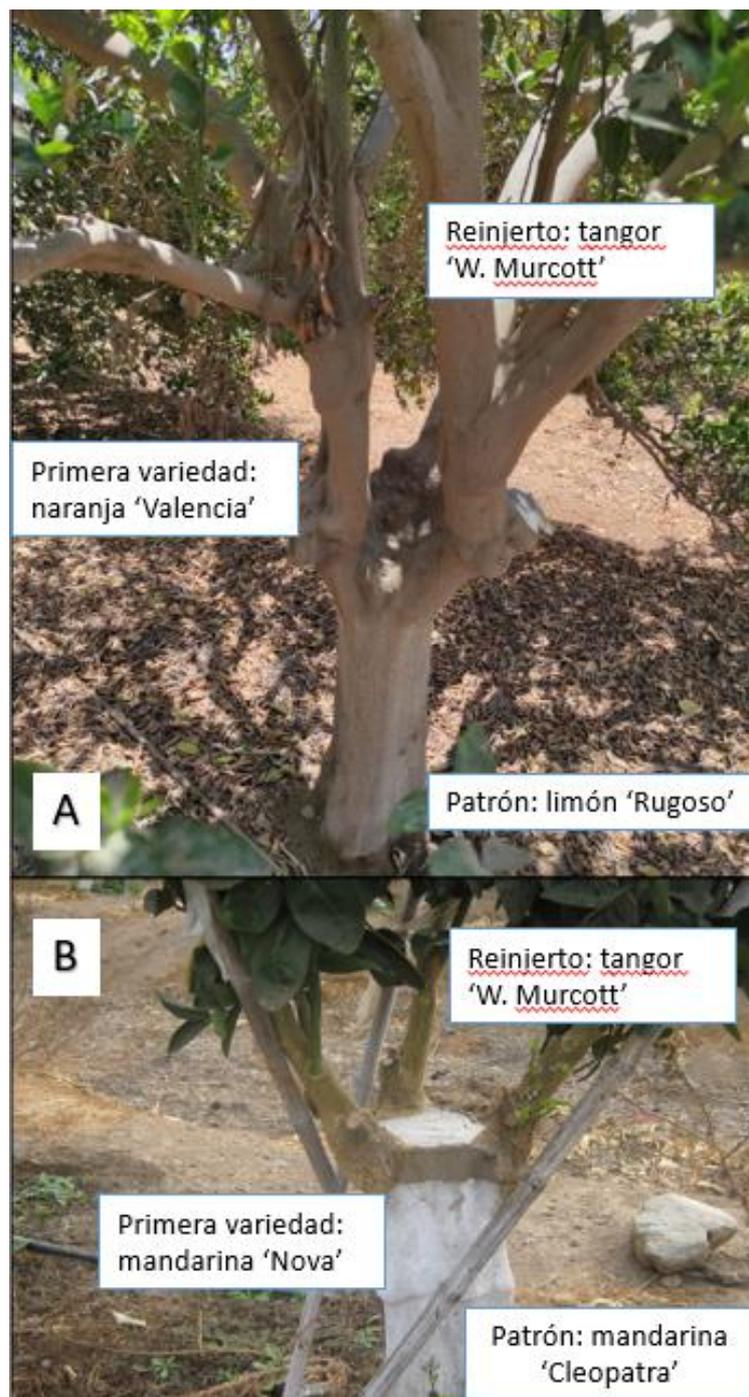


Figura 17. Reinjertación para cambio de cultivar. A. Tipo corona en ramas primarias. B. Tipo corona en el tronco principal.

En junio del 2011 se tuvo la primera cosecha es decir 2 años después de la reinjertación, con un rendimiento de 17 t/ha, que, si bien no fue de la mejor calidad por problemas cosméticos, demuestran la reducción de tiempo en el reinicio de la producción, lo que con un campo completamente nuevo hubiera demorado 3 a 4 años, y con una cosecha inicial de 5 a 8 t/ha.

La reinjertación en corona en el tronco principal, conforme han pasado los años y se ha incrementado la producción, ha generado problemas, ya que las ramas por el peso se quiebran a la altura del injerto. Por otro lado, el injerto de corona que se hizo en las ramas primarias se han comportado de mejor manera y serían la mejor opción cuando se realiza este tipo de procedimiento.

4.3.4. Instalación del cultivo

Para sembrar cítricos se requiere el campo limpio, para ello se eliminan las malezas, y se pasa un subsolador por las futuras líneas de siembra.

En el caso de cambio de cultivares con planta nuevas, se buscó reducir los costos al máximo, para ello solo se cortaron los arboles a 20 cm del suelo (Figura 18A), se trozaron y se vendieron los troncos para leña quedando la porción del tronco viejo al medio de la nueva siembra (Figura 18B).

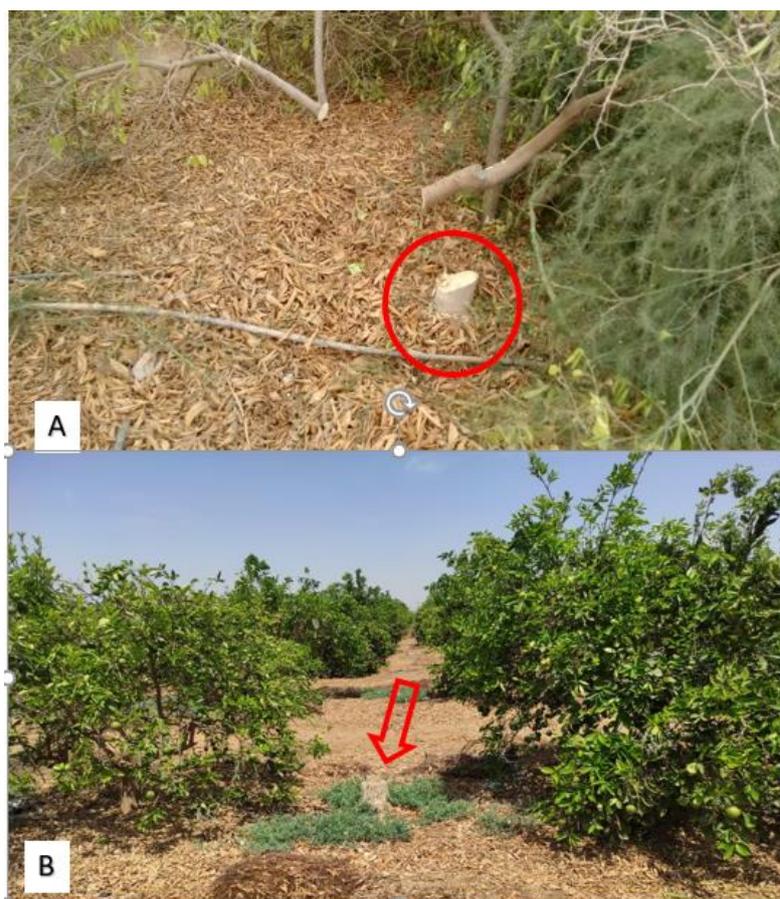


Figura 18. Procedimiento campos nuevos. A. Corte de troncos a 20 cm. B. Plantas de 6 años con tocón intermedio.

c. Densidad de siembra

La cantidad de plantas por hectárea será variable de acuerdo al vigor y hábito de crecimiento de los cultivares a sembrar y de lo que adecue al tipo de producción. Inicialmente la densidad utilizada fue de 417 plantas/ha para ambas especies naranjas y tangores, como se observa en la Tabla 8 es la densidad más utilizada dentro del fundo y resulta ser la más favorable para el crecimiento de la planta, el tránsito de tractores y tránsito de personal. Sin embargo, los tangores por ser plantas más pequeñas que las naranjas se consideró usar densidades ligeramente más altas.

Tabla 8: Densidades de siembra usadas en los cítricos.

Cultivar	Patrones	has.	has. acumulado	Distancia entre		Plantas.ha ⁻¹	Tipo densidad
				líneas	plantas		
Lane Late	Limon Rugoso	30.63		6	4	417	MEDIA
Orri	Cleopatra	24.90		6	4	417	MEDIA
Tango	Cleopatra	26.53	140.39	6	4	417	MEDIA
W. Murcott	Cleopatra/Rugoso	27.52		6	4	417	MEDIA
Washington Navel	Limon Rugoso	30.81		6	4	417	MEDIA
W. Murcott	Cleopatra	12.72	12.72	6.4	3.5	446	MEDIA
Tango	Cleopatra	6.27	19.23	6	3.5	476	MEDIA
W. Murcott	Cleopatra	12.96		6	3.5	476	MEDIA
W. Murcott	Cleopatra	47.96	47.96	6.6	3	505	MEDIA
Tango	Cleopatra	31.8	31.8	6	3	556	ALTA
Tango	Cleopatra	58.38	58.38	5.5	2.8	649	ALTA

Las naranjas son árboles más vigorosos gracias a las características que le brinda el patrón Limón Rugoso por ello se utiliza el distanciamiento 6 m x 4 m para que los árboles tengan suficiente espacio para su crecimiento. En árboles adultos de 12 años ese espacio entre líneas es ideal para el tránsito de maquinarias y el espacio entre plantas permite el tránsito de las personas durante la cosecha (Figura 19); además, no se presentan problemas sanitarios por congestión de ramas.



Figura 19. Espacio entre plantas de naranja de 12 años

En un lote de tanger 'W. Murcott' con distanciamiento de 6 x 3.5 m se empieza a complicar la cosecha porque hay zonas donde los árboles se entrecruzan (Figura 20) y el personal no puede caminar entre los árboles. Este distanciamiento permite una densidad de plantación de 476 plantas por hectárea, la cual todavía corresponde a una densidad intermedia que no trae mayores problemas como los de índole sanitario, por ejemplo.



Figura 20. Espacio entre tangeres 'W. Murcott' de 6 años

Siempre que el camino se mantenga en un distanciamiento de 6 m el tránsito va a ser mejor y no se verá tan afectado por el crecimiento vegetativo de los árboles.

La densidad más alta se tiene con el tangor ‘Tango’ instalado a un distanciamiento de 5 x 2.8 metros (Tabla 8) en plantaciones que ya alcanzan los 7 años de edad, pero ya se observa en ellas problemas de tránsito de maquinarias y de personal, llegada la cosecha las calles se cierran por los brotes que se han generado durante todo el año limitando el tránsito con los tractores y también dificultando el desplazamiento del personal al momento de la cosecha

d. Marcado y Trazado

Inicialmente se toman las medidas y se alinean con las estacas. Posteriormente se traza el terreno con rafia trenzada, es importante que las distancias elegidas sean medidas con exactitud, para que las plantas queden bien alineadas respetando el sistema de plantación establecido.

Se colocan las estacas entre calles y entre plantas, después de ello se tiene la rafia trenzada para cuadrangular el campo.

e. Hoyado

Con el campo ya trazado, la intersección de la cuadrícula con la rafia es el punto de referencia para el hoyo de siembra. Se ha utilizado para las plantaciones nuevas un hoyo de 30 cm x 30 cm x 30 cm y se busca mantener la altura de la bolsa para que el cuello de la planta quede a nivel de la superficie y no quede enterrado. El hoyado debe hacerse preferentemente el mismo día que se realizara la siembra para evitar que se seque la tierra.

f. Siembra

Una vez hoyado, se distribuyen las plantas, se utiliza como abono de fondo el fertilizante de lenta liberación Basacote plus 6M. Este producto durante seis meses va liberando los nutrientes ayudando a desarrollar el sistema radicular de la nueva planta y evitando con este sistema que se pierdan nutrientes por lixiviación o se concentren sales en la zona radicular. En la Tabla 9 vemos el aporte de macronutrientes y micronutrientes como el magnesio que también está presente. Considerando que la aplicación es por árbol, el total de kg/ha varía con la densidad.

Tabla 9: Dosis de nutrientes kg/ha a diferentes densidades

DENSIDAD Plantas/ha	DOSIS kg/planta	DOSIS kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			16%	8%	12%	2%
kg/ha						
417	0.03	12.51	2.00	1.00	1.50	0.25
476	0.03	14.28	2.28	1.14	1.71	0.29
505	0.03	15.15	2.42	1.21	1.82	0.30
446	0.03	13.38	2.14	1.07	1.61	0.27
649	0.03	19.47	3.12	1.56	2.34	0.39

En el fondo del hoyo se aplica 15 g de Basacote, se coloca la planta y un poco de suelo y al medio del hoyo se coloca otros 15 g del producto. No se ha considerado el uso de materia orgánica por los problemas de salinidad. Después se tapa completamente y se debe apisonar la zona radicular para que no haya encharcamientos, pero tampoco se debe compactar demasiado ya que cualquiera de los dos casos podría generar algún nivel de daño a las raíces.

4.3.5. Poda

a. Poda de Formación

En las nuevas plantaciones conforme los árboles van creciendo se va dando forma a la arquitectura de la planta; es importante esta labor para tener un buen árbol que sostenga equilibradamente la copa y las producciones futuras. Estas podas siempre son manuales porque se requiere ser muy selectiva entre las ramas que se van quedar para ser el esqueleto de la planta y las que se deben cortar para dar ventilación y una buena iluminación al interior de la copa del árbol.

Los plantones se siembran con un eje principal que después de 15 a 20 días se despuntan para estimular la emisión de brotes laterales de los cuales se escogerán los mejores para formar las ramas primarias (Figura 21). El despunte se realiza a los 70 cm de altura de la planta, correspondiendo de manera aproximada los 30 cm basales al tallo del patrón y los 40 cm superiores al tallo del cultivar injertado.



Figura 21. Formación de tres ramas primarias de naranja 'Washington navel'

Cuando las plantas están pequeñas es necesario poner cortinas anti viento para evitar que los pequeños árboles sufran deformaciones. En la figura 22 se observa que las ramas primarias elegidas están siendo forzados con una rafia, ya que se necesitó redireccionarlas por el daño del viento.



Figura 22. Formación forzada de tres brazos de naranja 'Washington Navel' por el daño del viento.

b. Poda Mecanizada

La falta de mano de obra lleva a la constante mecanización de labores, una de ellas ha sido la poda mecanizada de los árboles adultos con un brazo hidráulico con 6 hojas de sierra circular que se engancha al tractor. Se cortan las ramas de forma recta tanto del costado (Figura 23C) para ampliar el camino, como en la parte superior (Figura 23B) con la intención hacer más accesible la fruta al momento de la cosecha. La poda realizada los últimos años ha sido severa reduciendo el tamaño de los árboles a 2 metros de altura (Figura 24).



Figura 23. Poda mecanizada. A: Antes de podar. B: Máquina podando. C: Después de podar



Figura 24. A. Referencia 2 metros para la poda. B. Diferencia de una línea sin poda y otra con poda.

4.3.6. Riego y fertilización

Conforme han pasado los años se ha buscado precisar los volúmenes y frecuencia de riego, la problemática de la zona con un acuífero en descenso obliga a economizar y racionalizar el uso de agua, así también es necesario adecuar la fórmula de fertilización cada año para la campaña en producción.

a. Descripción del sistema de riego

El sistema de riego es un sistema automatizado por goteo que busca la mayor eficiencia del riego evitando pérdidas de agua en campo.

Ambos fundos cuentan con doble manguera por cada línea de árboles. El 75% del área tiene los goteros a 50 cm entre ellos y un caudal de 2 l/h. el otro 25% tiene los goteros a 40 cm y un caudal de 3.5 l/h lo que modifica la descarga del sistema de riego (m^3/Ha) como se observa en la Tabla 10 y los tiempos de riego (m^3/hr) que se muestran más adelante.

Tabla 10: Descripción de la descarga del sistema de riego por densidad de siembra

Cultivar	Plantas/ha.	Goterros/planta	m3/h
W. Murcott Tango	417	16.0	13.33
Washington Navel Lane Late			
Tango	476	14.0	13.33
Orri Lane Late	417	20.0	29.17
W. Murcott			
W. Murcott	505	12.0	12.12
Tango	649	11.2	14.55

Para mantener la eficiencia de riego es necesario el mantenimiento correcto y oportuno de todos los elementos involucrados como: cabezales de riego, válvulas de hidráulicas, laterales de riego, etc. Además de hacer el monitoreo de aforo y eficiencia de los goteros.

b. Volumen y Frecuencia de riego

El riego se calcula con los datos de evapotranspiración generados en la estación meteorológica, para efectos prácticos, se reporta la evapotranspiración promedio/ diaria a la semana y con ella se hace el programa de riego semanal usando la fórmula siguiente:

$$\text{lámina de riego } \left(\frac{m^3}{\text{día}}\right) = et \text{ (mm)} * kc * \frac{1.2(\text{FRACCION DE LAVADO})}{0.95(\text{EFICIENCIA DEL SISTEMA})}$$

Además con las características del suelo se determina la humedad aprovechable para establecer la frecuencia de riego.

$$\text{Humedad aprovechable (HA)} = \frac{CC\% - PM\%}{100} * PROF. * UR$$

En la Tabla 11 se puede observar la lámina de riego necesaria para cada estado fenológico de los cítricos. Basado en la textura de suelo arenosa se ha utilizado indicadores característicos de este tipo de suelo para determinar la humedad aprovechable, este dato

permite determinar la frecuencia de riego. En los estados fenológicos de caída fisiológica y el crecimiento de frutos se presenta la más alta evapotranspiración, por ello se requiere una **aplicación de lámina diaria**. En cambio, durante la cosecha y coincidentemente con una evapotranspiración más baja la aplicación de la lámina de riego se pueden realizar de manera interdiaria. El tiempo de riego dependerá del caudal de descarga que tenga el sistema, como se mencionó anteriormente dependerá del número de goteros y la descarga horaria de estos. Los campos que tienen instalados sistemas de riego con descarga de 13 m³/hr necesitarán algo más del doble del tiempo que aquellos que tienen descargas de 29 m³/hr.

Tabla 11: Cálculo de lámina de riego, frecuencia de riego y tiempo de riego

MESES	Estado fenológico	ET (mm/día)	kc	Lámina de riego (m ³ /día)	HA (mm)	FR (días)	TR (horas) ⁽¹⁾	TR (horas) ⁽²⁾
Ene		3.75	1.10	47.0	5	5	1.6	3.53
Feb	Crecimiento de fruto	4.18	1.10	52.4	5	6	1.8	3.93
Mar		5.03	1.10	63.1	5	7	2.2	4.73
Abr		Maduración	4.48	0.90	46.0	5	6	1.6
May		2.42	0.85	23.4	5	3	0.8	1.76
Jun	Cosecha	2.37	0.75	20.3	5	3	0.7	1.52
Jul		2.41	0.60	16.5	5	3	0.6	1.24
Ago	Brotamiento	2.58	0.60	17.6	5	4	0.6	1.32
Set	Floración	2.87	0.75	24.5	5	4	0.8	1.84
Oct	Cuaja	4.18	0.75	35.7	5	6	1.2	2.68
Nov		4.82	0.85	46.7	5	7	1.6	3.50
Dic	Caída fisiológica	5.05	0.95	54.7	5	7	1.9	4.10

HA: Humedad aprovechable; FR: Frecuencia de riego, TR (1): Tiempo de riego a 29 m³/h descarga, TR (2): Tiempo de riego 13 m³/h descarga.

Si bien ese es el ideal de riego, la problemática ya mencionada de la zona de producción con respecto a la cantidad de agua hace que se ajusten los riegos lo máximo disponible. Se puede observar en la Figura 25 como a partir de la semana 41 el riego del lote ha sido mínimo comparado con el 2019 por la falta de agua.

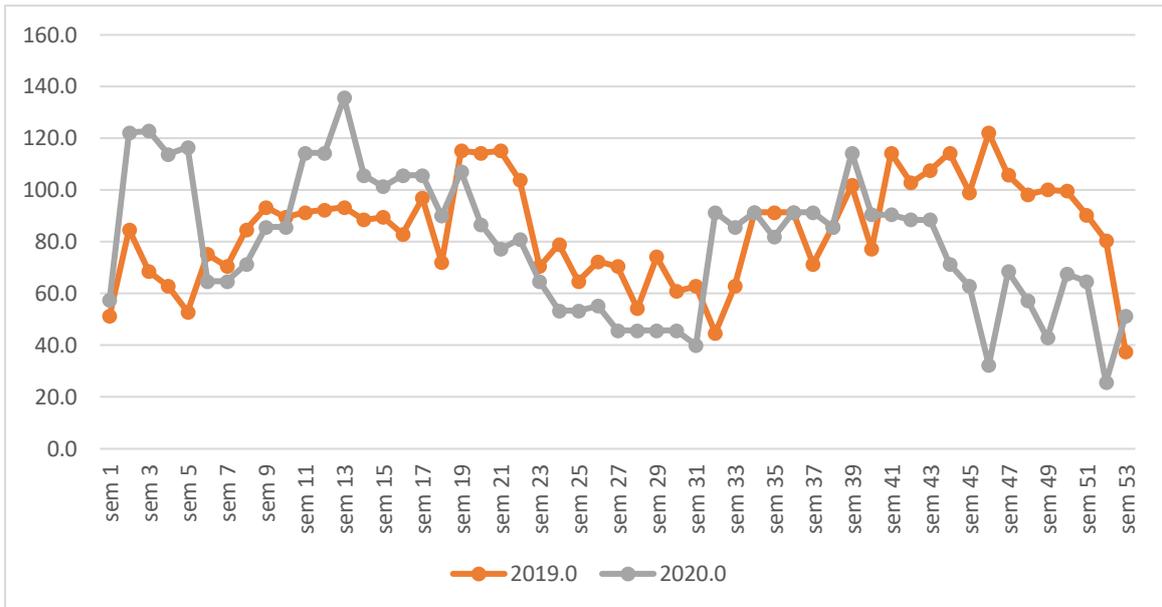


Figura 25. Volumen de agua aplicado semanalmente (m³)

Una estrategia para tratar de controlar la evaporación y mantener la humedad por más tiempo es el uso de plástico mulch (Figura 26)



Figura 26. Plástico mulch instalado en plantas jóvenes

c. Fertilización

La fertilización de los cítricos tiene cantidades similares de aplicación con una ligera diferencia entre las naranjas y tangores en la cantidad aplicada de nitrógeno, los valores promedio de los últimos dos años se muestra en la Tabla 12. Se puede decir que los naranjos son árboles más grandes y con frutas de mayor calibre por lo tanto requieren concentraciones de nitrógeno más altas para su crecimiento en comparación a los tangores.

Tabla 12: Fórmulas de fertilización para naranjas y tangores (kg/ha)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Naranjas	128	70	270	30	95
Tangores	92	80	260	30	80

En la tabla 13 se observa la distribución relativa de las unidades de fertilizantes, el uso de nitrógeno se concentra en las primeras etapas de brotamiento, floración y cuaja; de esta forma se ha logrado mejorar la toma de color en los tangores, evitando aplicaciones tardías de este elemento. El fósforo se utiliza en alta proporción durante la floración, ayuda en la división y alargamiento celular. El potasio se utiliza casi durante toda la campaña, al ser un elemento necesario para la maduración se realiza su aplicación hasta el momento que los frutos correspondientes a las flores más tardías hayan iniciado su maduración. El calcio se utiliza durante primeras etapas de división y crecimiento celular de los brotes y frutos. Finalmente, el magnesio se distribuye durante toda la campaña con una concentración mayor durante la cuaja y la caída fisiológica, como partícipe del metabolismo de carbohidratos que alimentará a los nuevos frutos; su deficiencia podría traer consigo una mayor caída de fruta.

Tabla 13: Distribución relativa de nutrientes por estado fenológico en tangores

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Mgo
Cosecha / brotamiento	40%	5%		10%	6%
Floración	40%	25%	8%	30%	13%
Cuaja	20%	15%	8%	50%	6%
Caída fisiológica		10%	8%	10%	25%
Crecimiento		10%	7%		13%
Crecimiento		10%	12%		13%
Crecimiento		10%	12%		13%
Maduración		10%	15%		13%
Maduración		5%	15%		
Cosecha			15%		

4.3.7. Labores especiales de los cítricos

a. Instalación de mallas anti polinización

El tangor ‘W. Murcott’ reduce su calidad y valor comercial ante la presencia de semillas, una técnica usada ya hace algunos años es el cobertor anti-abejas (Figura 27) para evitar la polinización con campos vecinos.



Figura 27. Instalación de malla antipolinización

Considerando que el pleno de floración es en setiembre, por lo menos un par de semanas antes se debería instalar la malla. Se deben evaluar factores para determinar si realmente la malla funciona o no.

Efectividad antipolinizante

Se evaluaron 50 frutos de tanger 'W.Murcott' obtenidos al azar debajo de la malla antipolinizantes y 50 frutos en árboles sin malla. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 14, observándose que la malla cumple el objetivo de lograr una reducción significativa de semillas en los frutos.

Tabla 14: Comparativo de presencia de semillas en frutos producidos con y sin malla antipolinizante

		Frutos	
		Con semilla	Sin semilla
Árboles	Con malla	4%	96%
	Sin malla	76%	24%

Resultado obtenido a partir de 50 frutos de muestra por tratamiento

Efecto sobre la producción

Estar bajo la malla por 2 meses aproximadamente genera un estrés a la planta por el microclima que se genera adentro, lo que podría afectar los procesos como la cuaja.

Tabla 15: Comparativo de producción de árboles con y sin malla antipolinización

		N° frutos	Peso fruto (g)	Rendimientos	
				kg/árbol	t/ha
ÁRBOLES	con malla	617	0.166	102.42	42.7
	sin malla	744	0.166	123.50	51.5

Problemas sanitarios que se presentaron.

Durante los meses que la malla estuvo colocada se realizaron todas las labores propias del cultivo como: las evaluaciones y aplicaciones fitosanitarias. Las evaluaciones reportaron altos promedios de botrytis en la floración de las plantas bajo malla, se analizaron también la calidad de las aplicaciones que se estaban realizando, en donde se determinó que no había la suficiente cobertura. La malla impidió que los productos penetraran correctamente.

Costo-Beneficio

El precio de los frutos sin semilla es mayor comparado con el precio de frutos con semilla. Lo que permite pagar el costo de instalación de la malla y seguir teniendo ganancia. Todo depende de cómo estén los precios en el mercado de exportación.

Estos ensayos se realizaron ante la presión de polinizantes que generaba el tangelo ‘Minneola’. Sin embargo al eliminar las plantas del cultivar Minneola como se mencionó en el apartado 4.3.1.b las semillas en frutos de ‘W.murcott’ se redujeron, por ello se descartó el uso de las mallas antipolinización.

b. Rayado

Esta labor se realiza en el tangor ‘Orri’ para el amarre de la fruta. El momento de realización de esta práctica es cuando el 80% de los pétalos haya caído. El rayado es una labor delicada pues implica el corte del sistema de conducción, si no fuera precisa podría haber muerte de plantas. Por ello se realiza rama por rama productiva. Se utiliza una herramienta en forma de cuchillas giratorias (Figura 28B), se busca la facilidad del giro de la mano.

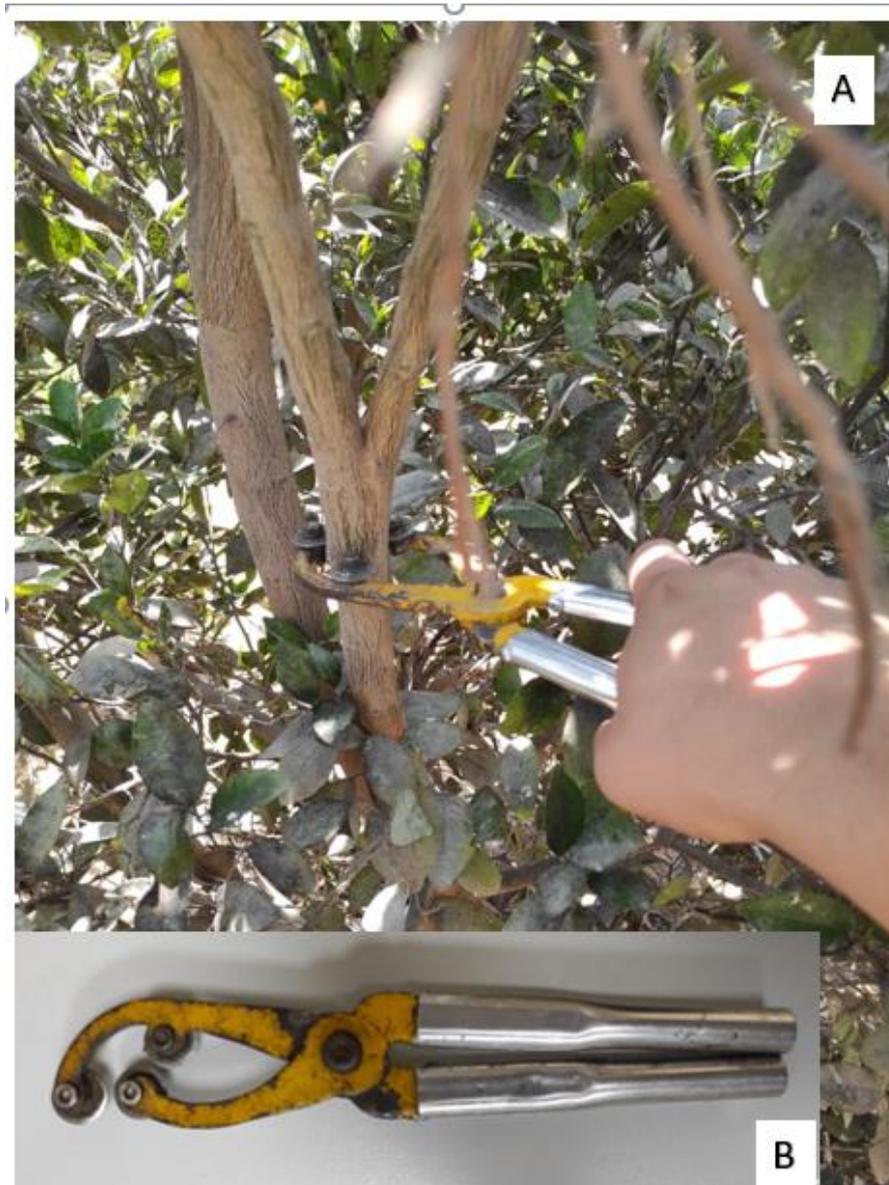


Figura 28. A. Procedimiento del rayado. B. Herramienta

4.3.8. Cosecha

a. Estacionalidad

En la Figura 29 se observa el diferente comportamiento de la cosecha de los cinco cultivares, podemos diferenciar la naranja ‘Washington Navel’ con una curva muy parecida a una distribución normal, una concentración de volumen entre los meses de junio y julio para terminar en agosto. La naranja ‘Lane Late’ es muy concentrada y rápida entre julio y agosto, esto es particularmente válido por el reducido volumen total de la producción del Fundo Casa Chica. Los tangores presentan unas curvas más diferenciadas notando en el cultivar

Tango un pico muy pronunciado y un descenso más alargado. El cultivar W. Murcott presenta dos ligeros “picos”, esto se entiende por múltiples floraciones concentrándose dos cosechas la primera en julio y la segunda en setiembre casi a la par con la floración de la próxima campaña. El cultivar Orri tiene un mejor comportamiento para la cosecha ya que tiene una mejor toma de color, por ello se logra concentrar la cosecha y terminar en el “pico” de setiembre.

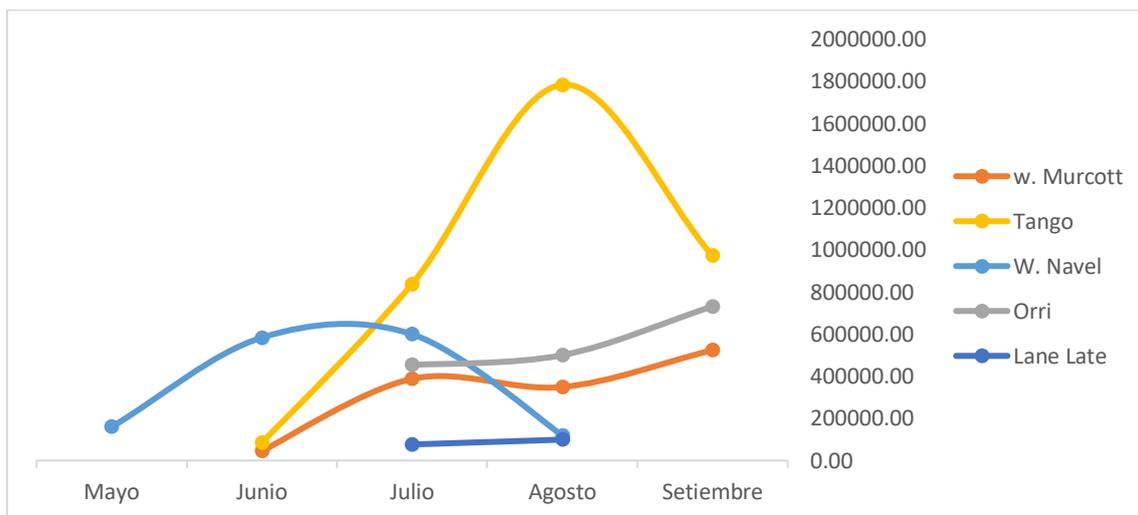


Figura 29. Estacionalidad de la cosecha en cinco cultivares de la campaña 2020

La cosecha se inicia en mayo con la naranja ‘Washington Navel’, la naranja es apta para el desverdizado por ello se cosecha cuando ha alcanzado su madurez fisiológica, aunque por fuera no haya cambiado de color.

El tangor ‘W. Murcott’ y el tangor ‘Tango’ se cosechan en fechas similares y al no tener la facilidad de cambiar su color se tiene una tabla de colores para considerar las tolerancias de manchas verdes. Pruebas en el desverdizado han envejecido la fruta y la roseta del pedúnculo se ha desprendido por lo que no es recomendable al reducirle vida post cosecha.

El tangor ‘Orri’ para julio que inicia su cosecha ya ha avanzado el cambio de color, la tolerancia de verde es mínima, ya que este si logra tomar un color naranja intenso o amarillo pálido completo.

La mayoría de la fruta se destina a la exportación y el descarte del proceso de selección se dirige a mercado nacional.

b. Recolección

El personal utiliza tijeras de punta redondeada para evitar dañar la fruta; bolsas cosecheras donde acumulan la fruta hasta llevarla a los envases de 200 kg y 400 kg que se colocan en el centro de las calles. Estos envases llamados bins son llevados por tractores con un implemento llamado porta bins el cual carga hasta 1600 kg por viaje del tractor.

c. Especificaciones

Calibre

Los calibres son importantes en los mercados porque muchos lo que buscan son tamaños intermedios, calibres muy grandes o muy pequeños son descartados sin tener ningún otro defecto visual.

Las naranjas claramente son más grandes que las mandarinas y tiene una mayor distribución en el centro de los calibres. Las mandarinas (tangores) por su lado tiene picos de mayor porcentaje en los calibres promedio. Según la Norma técnica peruana los calibres de las naranjas y las mandarinas (Tablas 16 y 17)

Tabla 16: Escala de calibres de las naranjas (diámetro en mm)

CALIBRE (mm)							
8	7	6	5	4	3	2	1
64-68	67-71	70-74	73-78	77-82	81-86	84-90	87 a mas

Tabla 17: Escala de calibres de los tangores (diámetro en mm)

CALIBRE (mm)							
5	4	3	2	1	1x	2x	3x
45-50	50-54	54-58	58-63	63-68	68-73	73-78	78 a mas

En la distribución de calibres en la naranja ‘Washington n,avel’ que se muestra en la Figura. 30 se puede ver que el 61.4% se concentra entre los calibres 3 y 5 lo que corresponde a tamaños entre los 73 a 86 mm de diámetro, tamaños adecuados promedio para la exportación.

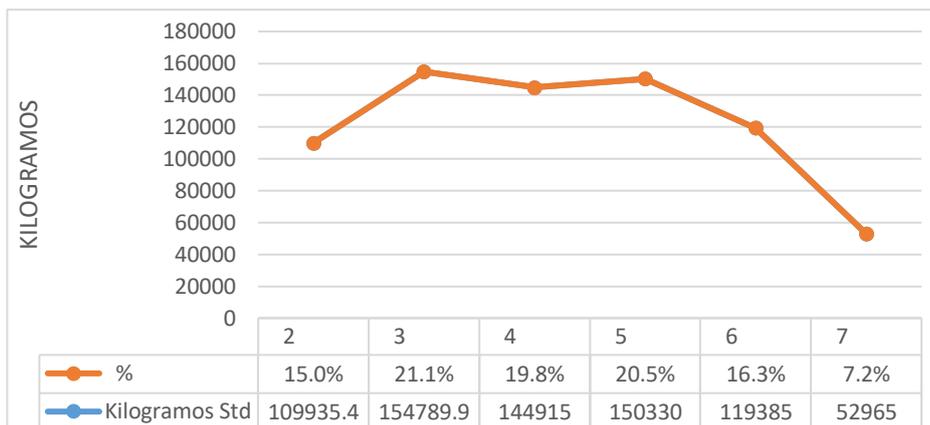


Figura 30. Distribución de calibres de naranja 'W. Navel' Campaña 2020

En el tanger 'Orri' y el tanger 'W. Murcott' (Figura 31 y 32) se puede ver mayor concentración en los calibres 1 y 2 lo que corresponde al 57.7% y 49.3% de la distribución respectivamente. Estos calibres se encuentran en el rango 58 a 68 mm de diámetro.

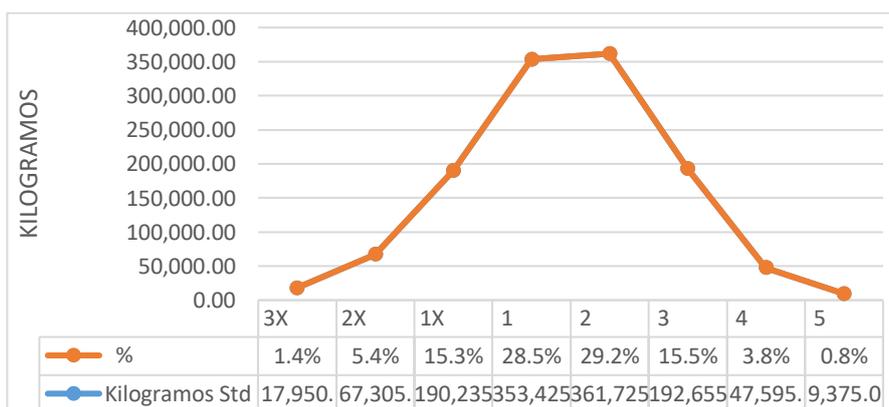


Figura 31. Distribución de calibres tanger 'Orri'

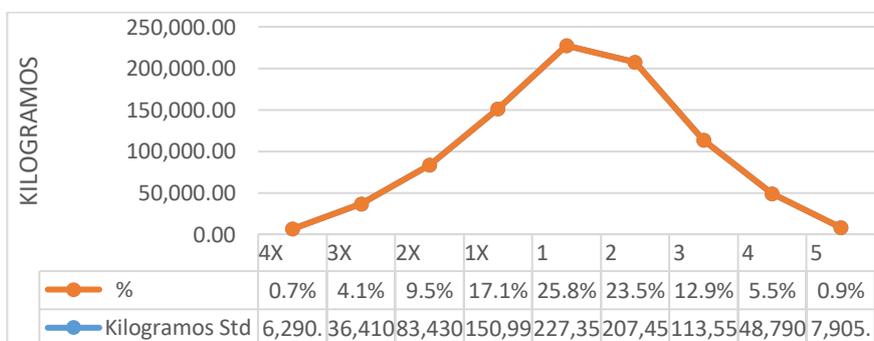


Figura 32. Distribución de calibres del tanger 'W. Murcott'

Relación Brix/Acidez

La relación Brix/acidez determina la calidad gustativa de la fruta, además de favorecer su vida postcosecha. En general la acidez va disminuyendo conforme pasan las semanas de cosecha como sucede en la naranja 'Washington navel' (Figura 33), las primeras semanas se mantiene la acidez, pero a mitad de la campaña empieza a descender. En el cultivo W. Murcott ocurre algo diferente, observándose en la figura 34 un ascenso de la acidez a mitad de la temporada. Esto podría deberse a que en el cultivar W. Murcott al tener varias floraciones, se cosecha simultáneamente fruta de la primera y segunda floración, generando que la fruta de la última floración se encuentre con menor nivel de maduración y por tanto con mayor contenido de acidez. El cultivar Tango debería tener un comportamiento similar a 'W. Murcott' en la evolución de la acidez, ya que también tiene hasta dos floraciones; sin embargo, según lo observado y algunas otras experiencias recogidas en la zona, se puede señalar que el cultivar Tango tiene una mayor tendencia a la disminución de acidez, observándose solo un pequeño repunte al final de la temporada de cosecha. Este repunte de la acidez, también puede deberse a que en las últimas semanas cuando ya queda poca fruta en la planta, el personal empiece a cosechar fruta menos madura de lo permitido por tratar de recolectar más fruta.

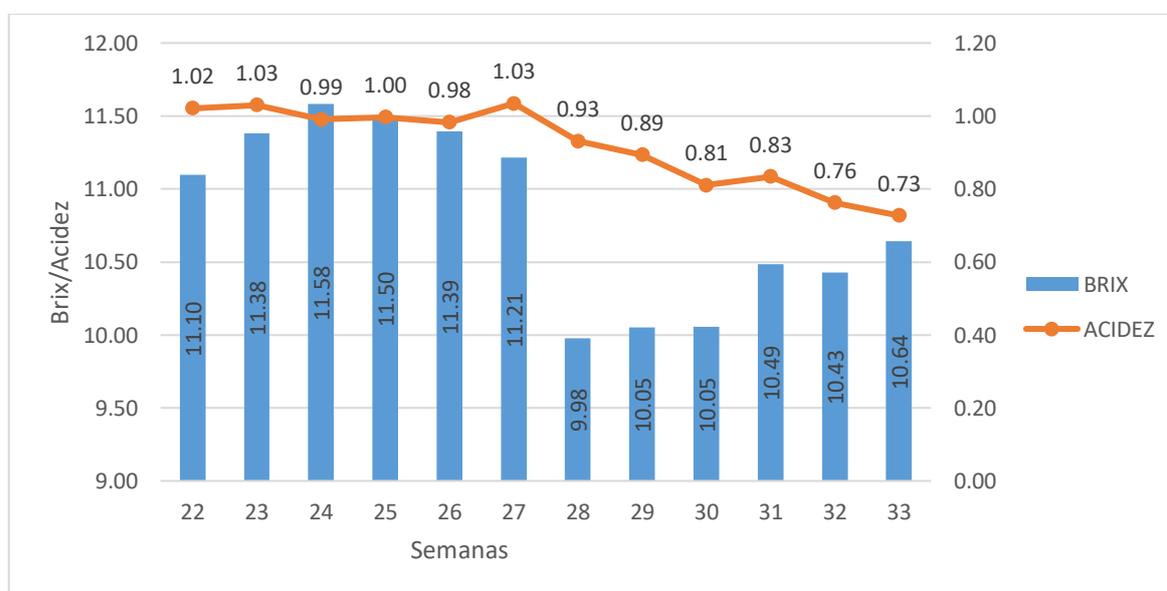


Figura 33. Relación Brix/acidez de la naranja 'Washington navel'

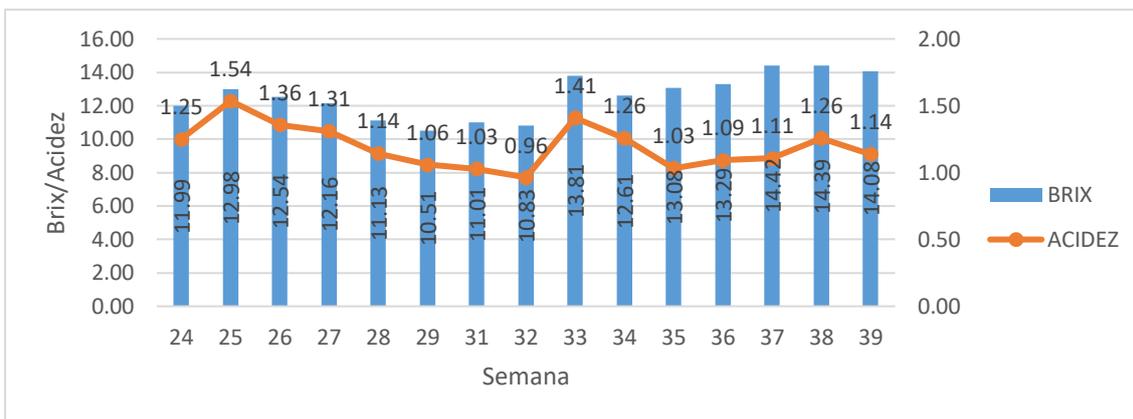


Figura 34. Relación Brix/acidez del tangor 'W. Murcott'

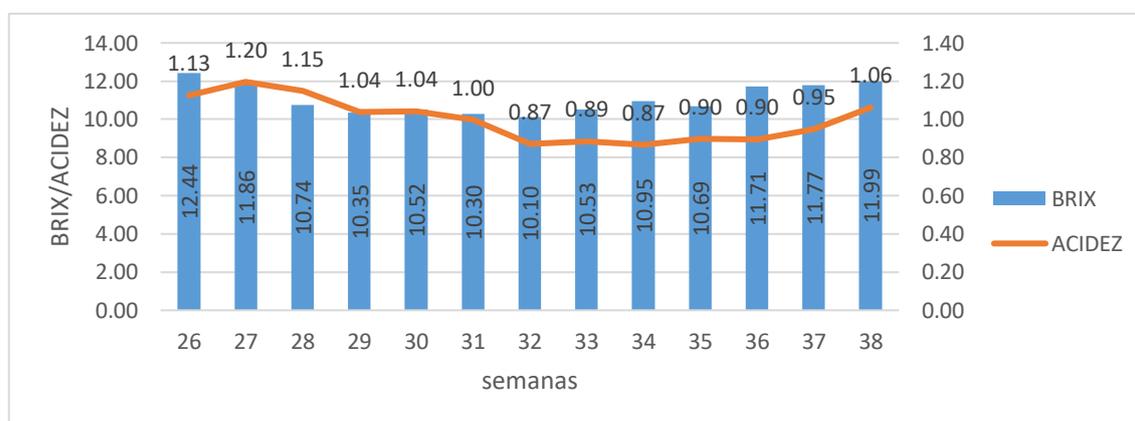


Figura 35. Relación Brix /acidez del tangor 'Tango'

d. Rendimientos

Los diferentes procedimientos y prácticas utilizadas durante el manejo del cultivo, se miden finalmente en los rendimientos obtenidos.

Naranja 'Washington Navel'

En la Figura 36 podemos observar dos lotes. El primero es un lote con más años de producción evaluado entre los años 2013 al 2020, que alcanzó su pico a los 15 años, entre el año 12 y 13 hubo una disminución y se puede afirmar que la poda siempre es una práctica que reduce los rendimientos, pero conforme pasan los años ayudan a mantener la planta productiva. Los siguientes dos años que hubo incremento y se llegó al pico de 72.4 t/ha no se

realizaron podas ni mecanizada, ni manuales, el árbol expuso su vigor propio. Para el año 16 los árboles estaban envejecidos, con las ramas internas secas y no productivas, para mejorar la condición de los árboles se inició con las podas mecanizadas y severas para recuperar los árboles lo que produjo una reducción de la copa significativa, como consecuencia podemos observar que los árboles disminuyeron su rendimiento hasta 41.6 t/ha

El lote 2 es un lote “nuevo”, que inicio su producción en el 2017 al tercer año de sembrado con 4 t/ha, está teniendo un incremento lento de rendimientos porque las condiciones de salinidad han empeorado conforme han pasado los años.

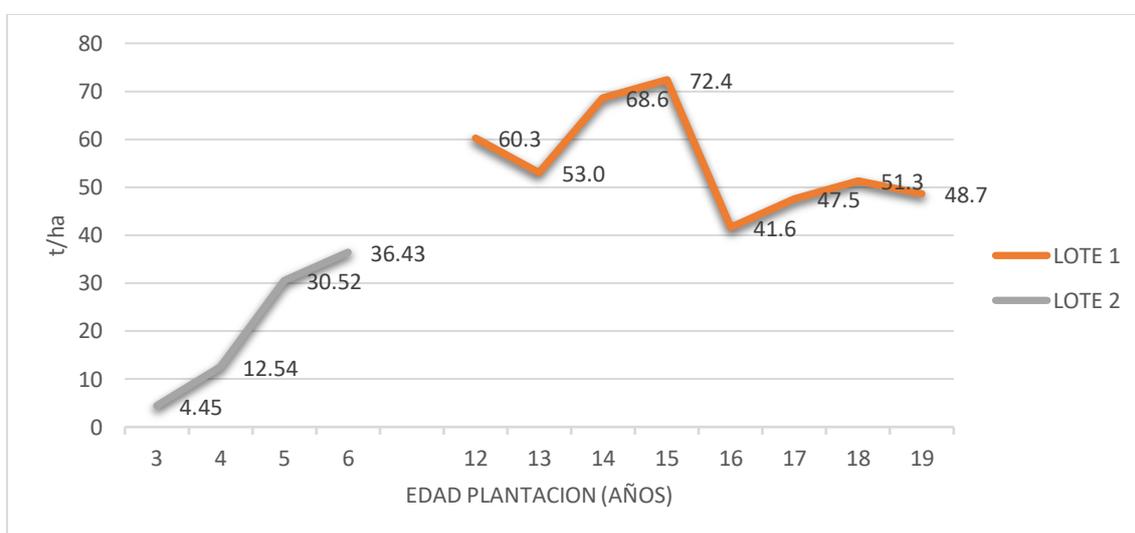


Figura 36. Rendimiento de lotes de diferentes edades de naranja 'W. Navel'

Tangor 'Orri'

El tangor 'Orri' es un cultivar que se ha catalogado por tener dificultad para producir, es necesario la práctica de rayado, además de mencionar que tiene una alta tendencia a la alternancia. En la Figura 37 se muestra los rendimientos desde el año 2017 correspondiente al año 3 de plantación, donde no se ve mayor rendimiento, se hizo el rayado en una sola rama de las 3 principales. Además, debemos considerar que se encuentra sobre mandarina 'Cleopatra' con dificultades para la precocidad. A partir del cuarto año inicia el incremento de la producción año tras año alcanzando 55 toneladas por hectárea en el año 7.

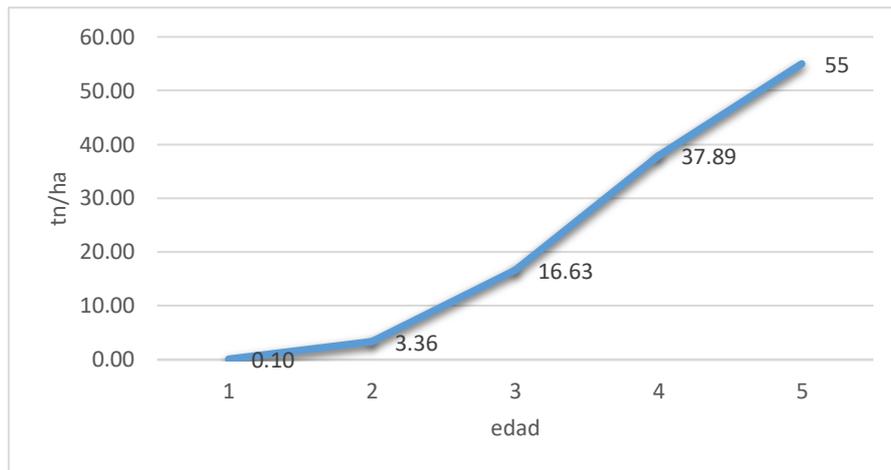


Figura 37. Rendimiento (t/ha) de tangor 'Orri'

Tangor 'W. Murcott'

En la figura 38 el lote 1 corresponden a los campos reinjertados, podemos ver que para el año 3 después de la reinjertación se alcanzó un rendimiento de 31.96 t/ha. En el año 4 hubo caída de rendimientos por la presencia de plantas con citrumelo 'Swingle', que si bien tenían mucha producción no fue fruta cosechable, ya que tuvo problemas de maduración, a partir de este año se inició con la renovación de plantas. Para el lote 2 que es un campo nuevo sembrado de tangor 'W. Murcott' con mandarina 'Cleopatra' le ha tomado 5 años llegar a niveles productivos más altos y parece no presentar alternancia hasta el momento.

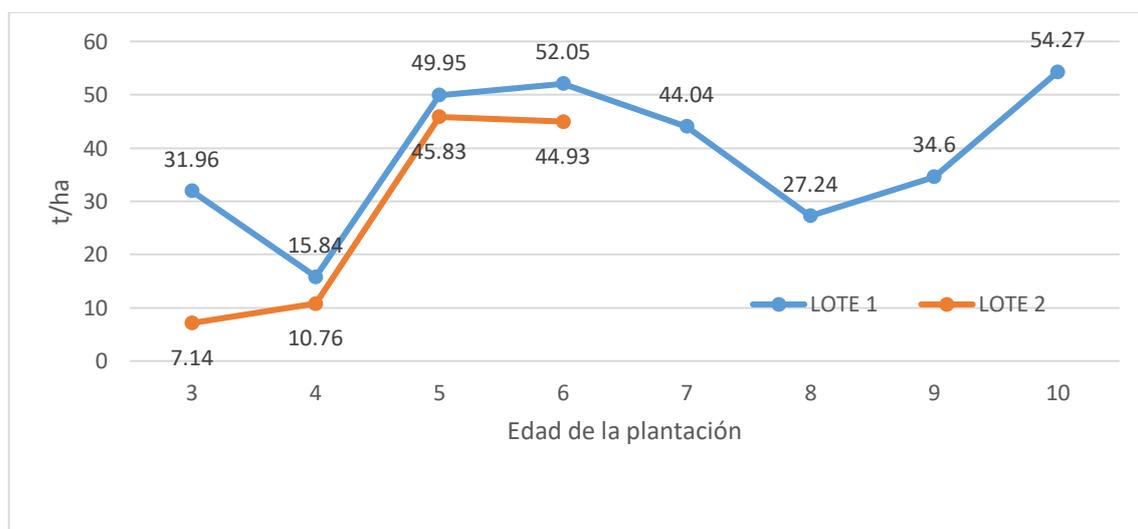


Figura 38. Rendimiento (t/ha) del tangor 'W. Murcott'

Tangor 'Tango'

Se observa en la Figura 39 como los rendimientos del cultivar 'tango' recién se incrementan al año 5, característico al estar injertado sobre patrón 'Cleopatra'

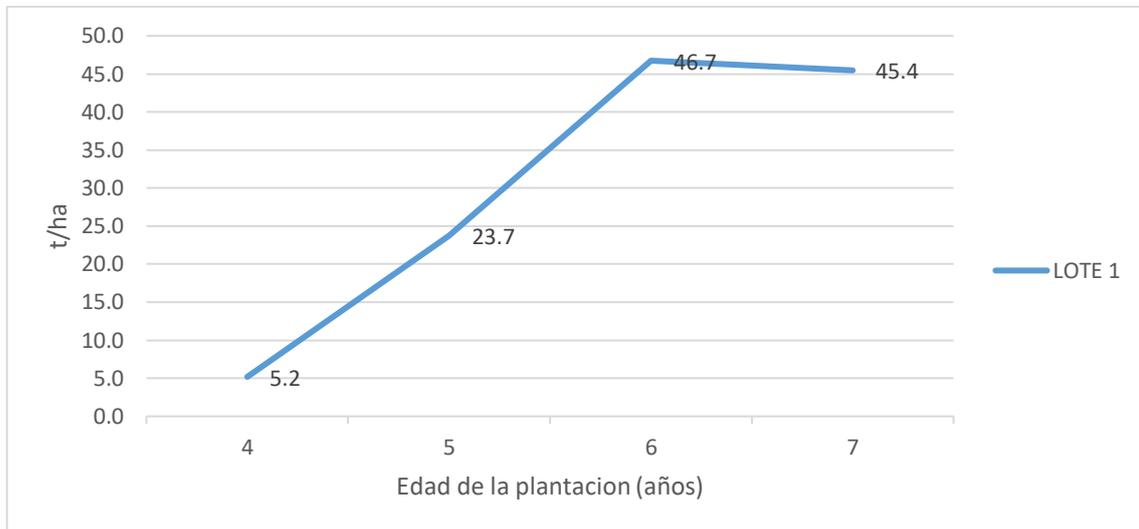


Figura 39. Rendimiento (t/ha) del tangor 'Tango'

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La evaluación previa de patrones y cultivares para cada zona agroecológica es útil y necesaria ya que cada uno de estos se comporta diferente dependiendo de las condiciones en las que se le instale.
- La reinjertación en ramas primarias es una alternativa posible para renovar campos de cultivares que dejan de ser viables y atractivos para el mercado. Además, reducen el costo de instalación de una plantación nueva y reducen el tiempo de espera para la primera producción.
- Si bien la poda mecanizada no es selectiva ni precisa es una alternativa para el manejo de la copa de los árboles y reducción de costos de la mano de obra.
- Las condiciones de salinidad tanto en suelo y agua se han podido sobrellevar por la presencia de patrones tolerantes a la salinidad y con el manejo de los volúmenes y la frecuencia de riego.
- Las mallas antipolinización demostraron ser una solución al número de semillas presente en los frutos del tangor ‘W. Murcott’.
- El rayado en el tangor ‘Orri’ han demostrado en los primeros años ser una práctica necesaria para alcanzar los niveles productivos requeridos para ser un cultivo viable.
- Para el cultivar Orri se recomienda hacer ensayos de anillado y rayado que permitan precisar la práctica más adecuada para favorecer una producción viable y estable sin alternancia.
- Se recomienda hacer análisis que corroboren el estado nutricional de las plantas, de la misma manera es recomendable evaluar las fórmulas de fertilización para tener plantas sostenibles en el tiempo.

VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Agustí, M. (2003). Citricultura. Segunda edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 422 pp.

Agustí, M. (2012). Citricultura. Segunda edición. Ed. Mundi-Prensa. España. 423 pp.

Agustí, M., Martínez-Fuentes, A., Mesejos, C., Juan, M., y Almela, V. (2003). Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Generalita Valenciana Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. <http://ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cuajado+y+desarrollo+de+los+frutos+c%C3%adtricos/26829300-6f7d-4c89-b67a-302858cd9790>

Agustí, M. Y E. Primo-Mello (2020). Flowering and fruit set. En M. Talon, M. Caruso y F.G. Gmitter Jr. (Eds). The Genus Citrus (pp. 219-244). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00011-5>

Anderson, C. (1996). Capítulo VI: Portainjertos. En Estación Experimental Agropecuaria Concordia (Ed.). Manual para productores de naranja y mandarina de la región del río de Uruguay (pp. 1-6). <https://inta.gob.ar/documentos/manual-para-productores-de-naranja-y-mandarina-de-la-region-del-rio-uruguay>

Barry, G., Gmitter, F., Chen, C., y Roose, M. (2012). Investigating the parentage of ‘Orri’ and ‘Fortune’ mandarin hybrids. International Society for Horticultural Science. [10.17660/actahortic.2015.1065.55](https://doi.org/10.17660/actahortic.2015.1065.55)

Cabezas-Gutiérrez, M. y Rodríguez, C. (2010). Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (*Citrus sinensis* L.). Agronomía Colombiana, 28(1), 55-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651006>

Comexperú. (23 de octubre del 2020). Récord histórico de exportaciones peruanas de cítricos: llegaron a US\$ 258 millones entre enero y agosto. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/record-historico-de-exportaciones-peruanas-de-citricos-llegaron-a-us-258-millones-entre-enero-y-agost>

Collado, J. (s.f.). El injerto de cítricos en campo. Estación experimental agraria Villarreal. <https://valencia.consellagrari.com/wp-content/uploads/2017/10/INJERTO-DE-CI%CC%81TRICOS-1.pdf>

Dell'Amico, J., Morales, D. y Calaña, J. (2011). Monitoreo de la calidad del agua para riego de fuentes de abasto subterráneas en la parte alta del nacimiento de la Cuenca Almendares-Vento. *Cultivos Tropicales*, 32(4), 49-59. http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttextypid=S0258-59362011000400007yInng=esytlng=es

Estación Experimental La Palma. (s.f.). Washington (Bahía, parent). <http://eelapalma.pucv.cl/web/?Portfolio=washington-bahia-parent>

Fasiolo, A. y Rey, F. (2013). Contribución al conocimiento de la biología reproductiva de la mandarina 'Afourer' (*Citrus reticulata* Blanco). [Tesis. Universidad de La República de Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1742/1/3891fas.pdf>

García Lor, A. (2013). Organización de la diversidad genética de los cítricos. [Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31518/Versi%C3%B3n3.Tesis%20Andr%C3%A9s%20Garc%C3%ADa-Lor.pdf>

Gaete, M. (2007). Evaluación de distintas fechas de rayado para el control de la floración en clementinos (*Citrus clementina* Blanco) cv. Clemenules. [Tesis. Pontificia universidad Católica de Valparaíso]. http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20070723/asocfile/20070723152429/gaete_maria.pdf

GEO GPES-PERU. (s.f.). Mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo. <https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-capacidad-de-uso-mayor-de.html>

González, C. (2014). Identificación de materiales de naranja para la agroindustria de jugos y concentrados de exportación, adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona cafetera central. [Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia Colombia]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2747/18392584.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gonzales, L. Y Tullo, C. (2019). Guía técnica: Cultivo de cítricos. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. <http://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/view/328/29/363-1>

Jiménez R. Y Zamora, V. (2010). Principales cultivares y patrones utilizados en la citricultura. Instituto de investigaciones en fruticultura tropical. <http://riacnet.net/wp-content/uploads/2014/11/Conf-1-Cultivares.pdf>

Legaz, F.; Serna, M., y Primo, E. (s. f.). Sintomatología de las deficiencias y excesos minerales en cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones agrarias. <http://ivia.gva.es/documents/161862582/161863596/Sintomatolog%C3%ADas+de+las+de+deficiencias+y+excesos+minerales+en+los+c%C3%ADtricos/aa631142-b83f-4880-b9ca-a993a3270726>

Citrigold. (s.f.). Mandarins. <https://www.citrogold.co.za/assets/orri-3.11.2016.pdf>

Mesejo, C. Martinez-Fuentes, A. Reig, C. y Agustí, M. (2018). Fisiología del cuajado en los cítricos: factores endógenos nutricionales y hormonales. Interempresas. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/216282-Fisiologia-del-cuajado-en-los-citricos-factores-endogenos-nutricionales-y-hormonales.html>

Molina, E. (1999). Fertilización y nutrición de naranja en Costa Rica. III Congreso Nacional de Suelos 1999, Costa Rica. http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_291.pdf

Montalt, R. (2009). Partenocarpia en los cítricos. Estudio preliminar para la caracterización del banco de germoplasma de cítricos del IVIA. [Tesis de Máster. Universidad Politécnica de Valencia].

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14534/partenocarpia%20en%20citricos.pdf?sequence=1>

Ordúz-Rodríguez, J. y Mateus, D. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo. En Colombia en Garcés, L., Corporación Universitaria Lasallista (Ed.). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización (pp. 49-88). [Http://hdl.handle.net/20.500.12324/13022](http://hdl.handle.net/20.500.12324/13022)

Ortiz, J.M. (1986). Nomenclatura botánica de los cítricos. *Fruits*, Mar. 41(3). 199-209. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/34920-Texte%20de%20l'article-37281-1-10-20201209.pdf>

Quaggio, J., Mattos D., Cantarella, H., Sanches E. y Sempionato, O. (2004). Sweet orange trees grafted on selected rootstocks fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(1), 55-60. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100008>

Rivas, F., Erner, Y., Alós, E., Juan, M., Almeda, V., Agustí, M. (2006). Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. *Journal Horticultural Science and Biotechnology*, 81(2), 289–295. https://www.1stfruits.co.za/wp/wp-content/uploads/2019/08/Girdling_increases_carbohydrate_availability_and_f.pdf

Saunt. (1990). Patrones y variedades de cítricos. Primera edición. 130 pp.

SENAMHI (2020). Mapa de Clasificación Climática del Perú. [Https://idesep.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/api/records/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4/attachments/MAPA_PERU_CLIMATICO_A0_2\(1\).jpg](https://idesep.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/api/records/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4/attachments/MAPA_PERU_CLIMATICO_A0_2(1).jpg)

SENASA-PERU. (s.f.). Obtenido de Cuarentena Vegetal: <https://bi.senasa.gob.pe/bi/inicio.html>

Siebert, T., Krueger, R., Kahn, T., Bash, J., y Vidalakis, G. (2010). Descriptions of new varieties recently distributed from the Citrus Clonal Protection Program. Citograph. https://citrusvariety.ucr.edu/citrus/documents/Siebert_etal_2010_CCPP_New_Varieties_citrographmarchapril2010.pdf

Spiegel-Roy, P., y Goldschmidt, E. (1996). *The Biology of Citrus*. Cambridge University Press.

https://books.google.com.pe/books?id=S0-h00_-3CUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

University of California Riverside. (s.f.). Citrus Variety Colletion: Tango mandarin *Citrus reticulata* Blanco. <https://citrusvariety.ucr.edu/citrus/tango.html>

Uribe-Bustamante, A., Curti-Díaz, S., Hernández-Guerra, C. y Ticante-Montero, S. (2013). Calidad de naranja 'Valencia' injertada en 20 portainjertos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1), 61-69. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.08.043>

University of California Riverside. (s.f.). Citrus Variety Colletion: W. Murcott Afourer *Citrus reticulata* Blanco. <https://citrusvariety.ucr.edu/citrus/wmurcott.html>

Wu, G., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., Borredá, C., Domingo, C., Tadeo, F., Carbonell-Caballero, J., Alonso, R., Curk, F., Du, D., Ollitrault, P., Roose, M., Dopazo, J., Gmitter, F., Rokhsar, D., y Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of Citrus. *Nature* 554, 311–316. <https://doi.org/10.1038/nature25447>

Zekri, M. (2016). *The critical importance of citrus tree nutrition*. AgNet Media, Inc. 88 pp.

VII. ANEXOS

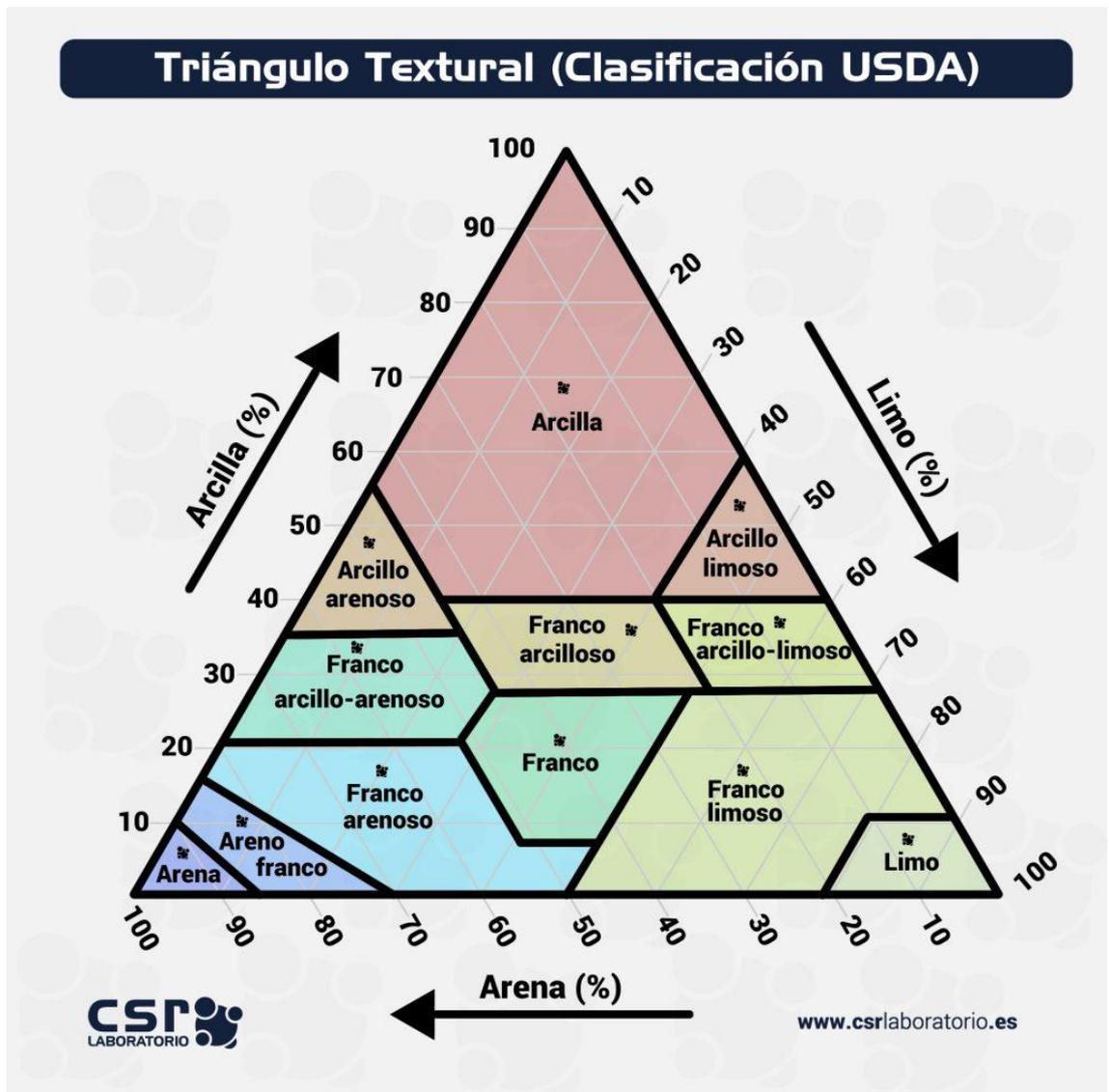
Anexo 1. Características principales de los patrones de cítricos actuales.

	TOLERANCIA A CONDICIONES DEL MEDIO										HONGOS					PLAGAS			VIRUS, VIROIDES Y OTROS							INFLUENCIA SOBRE LA VARIEDAD					
	FRIO	SEQUIA	ENCHARCAMIENTO	SALINIDAD	EXCESO DE BORO	ALCALINIDAD	ARCILLOSO	LIMOSO	ARENOSO	<i>Phytophthora</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Amylaria</i>	<i>Sphaeropsis</i>	Mal seco	<i>Rodopholus similis</i>	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	<i>Howardia biclavis</i>	TRIZEA	PSOROSIS	EXOCORTIS	XILOPOROSIS	WOODY GALL	IMPIETRATURA	BLGHT	MUERTE SUBITA	CALIDAD POSTCOSECHA	CALIDAD DEL FRUTO	TAMAÑO DEL FRUTO	PRODUCCION	TAMAÑO DEL ARBOL	
Citrus Volkameriana	B	A	M	M				x		M					B	B	A	A	A	B	B			B	B	-	B	A	A	A	
Citrus Macrophylla	B	A	B	A		A	x			A					B	B	M			B					A	B	A	A	A		
Citrumelo Swingle	A	A	M	A		B		x		A	A				B	A				A					A	A	A	A	A		
Citrange Carrizo	B	M	B	M		M		x		A	A	B	A	M	A	B				A				B		A	A	A	A		
Citrange Troyer			A	B		B				A	A	B	A	B	B	B				A				B		-	A	M	A	A	
Mandarina Cleopatra	A	M	B	A		A			x	B	B	B	A	B	B	B				A	A	B		B	A	-	A	B	M	M	
Mandarina Sunki			B	A						B	B									A	B	A		A	A	-	A	-	M	M	
Poncirus trifoliata	A	B	A	B		B	x			A	A	B	A	A	B	M				A	A	A		A	-	A	A	A	M	M	
Limon Rugoso	B	A	B	M		A		x		B	B	B	A	A	B	B				A	A	B	B			A	B	A	A	A	
Naranja dulce	M	B	B							B	B	A	M	B	B	B				A	B	A			-	A	M	M	M	M	
Lima Rangpur	B	A	B	A		A		x		B	B	B	B	B	B	B				A	B	B	B	B	B	B	B	B	A	M	
Lima dulce	B	B	B	M		M				B		B	B	B	B	B				B	B	B	B			A	B	A	A	M	
Naranja Agrio	A	M	M	A		A				A	A	A	B	M	B	B				B	A	A	B	A		M	A	A	M	M	
Citrange C-35	B	A				M		x		M					A																
Citrus Junus										A	A																				
Citrus grandis				M																											
Citrus Karna										M																					
Citrus ichangensis										A																					
Citrus amblycarpa	A	A	M	A		A	x	x	x	A	A									A	A	A									

A: ALTO; M: MEDIO; B: BAJO; X: BUEN COMPORTAMIENTO

Fuente: Jimenez, R. (2010). Principales cultivares y patrones utilizados en la citricultura

Anexo 2. Triángulo textural



Anexo 3. Ubicación de la Estación Meteorológica de Casa Chica



Anexo 4. Variables registradas por la Estación Meteorológica

Año	Mes	Día	ET	Radiación Solar (W/m ²)		Humedad Relativa (%)			Temperatura (°C)					Lluvia	Velocidad del viento (Km/h)				
				Radiación Solar Promedio	Radiación Solar Máxima	Humedad Relativa Máxima	Humedad Relativa Mínima	Humedad Relativa Promedio	Temp Prom	Máxima Temp	Hora	Mínima Temp	Hora2		Diferencia térmica	Velocidad del viento prom	Máx velocidad	Hora3	Dirección dominante
2020	ABRIL	1	5.66	258.52	930	89	44	67.96	25.45	32.1	15:00	20.4	04:00	11.7	0.0	8.43	22.5	18:00	ESE
2020	ABRIL	2	5.79	262.6	920	86	45	68.94	24.29	31.3	13:30	19.4	06:00	11.9	0.0	8.04	25.7	16:00	NW
2020	ABRIL	3	5.71	266.25	913	97	46	68.54	24.26	31.2	14:00	19.1	06:00	12.1	0.0	9.07	25.7	16:00	E
2020	ABRIL	4	3.51	180.29	880	91	54	76.81	21.89	27.9	13:30	18.6	06:00	9.3	0.0	6.89	25.7	15:00	NW
2020	ABRIL	5	4.99	242.81	892	89	56	74.23	22.99	28.8	14:00	18.2	06:00	10.6	0.0	6.73	20.9	12:30	WNW
2020	ABRIL	6	5.58	261.58	903	91	52	73.58	24.13	30.4	11:30	19.2	05:30	11.2	0.0	9.24	22.5	14:30	E
2020	ABRIL	7	5.59	261.98	894	88	50	71.73	24.81	31.1	14:30	20.2	05:30	10.9	0.0	7.27	24.1	16:30	NW
2020	ABRIL	8	4.42	223.85	879	94	56	79.48	22.74	29.2	14:00	18.9	06:30	10.3	0.0	7.44	17.7	18:00	WNW
2020	ABRIL	9	5.68	267.54	913	91	50	72.96	24.3	31.1	13:00	18.7	05:30	12.4	0.0	9.84	24.1	16:00	E
2020	ABRIL	10	5.58	262.89	903	86	53	71.38	24.14	30.6	12:00	19.9	06:00	10.7	0.0	9.37	24.1	16:00	E
2020	ABRIL	11	5.17	263.83	915	95	54	76.54	22.73	29.2	13:00	17.1	06:30	12.1	0.0	7.59	20.9	15:00	ESE
2020	ABRIL	12	5.74	265.69	913	87	49	68.81	24.86	31.2	13:30	19.3	05:00	11.9	0.0	9.45	24.1	15:30	E
2020	ABRIL	13	4.18	227.6	897	93	57	76.32	22.35	28.7	13:30	17.6	06:30	11.1	0.0	7.33	19.3	15:00	NW
2020	ABRIL	14	3.04	140.02	552	86	59	71.54	23.08	27.8	14:00	18.6	02:00	9.2	0.0	5.54	11.3	13:30	NW
2020	ABRIL	15	4.98	222.42	829	82	47	66	24.46	31.3	14:00	19	00:00	12.3	0.0	7.2	17.7	16:00	E
2020	ABRIL	16	5.3	242.81	979	81	41	62.08	25.72	33.8	13:30	19.2	06:30	14.6	0.0	6.82	16.1	15:00	E
2020	ABRIL	17	5.74	259.69	893	82	42	61.77	24.93	32.3	14:00	17.3	06:30	15.0	0.0	7.23	24.1	16:30	ESE
2020	ABRIL	18	5.36	247.63	876	81	48	65.48	23.68	29.8	12:30	18.6	06:00	11.2	0.0	8.53	20.9	16:00	E
2020	ABRIL	19	5.55	250.46	873	78	48	63.25	24.07	29.5	13:30	19.6	06:00	9.9	0.0	7.5	20.9	14:30	NW
2020	ABRIL	20	1.76	213.91	860	81	45	72.21	20.92	29.3	11:00	18	05:30	11.3	0.0	2.84	11.3	08:00	E
2020	ABRIL	21	5.3	374.56	872	80	43	58.13	24.34	29.3	12:00	17.1	23:30	12.2	0.0	6.53	20.9	14:00	NW
2020	ABRIL	22	5.08	252.66	877	89	50	71.04	20.91	27.7	13:30	15.7	06:00	12.0	0.0	7.26	19.3	16:00	E
2020	ABRIL	23	5.12	244.66	845	87	51	68.02	22.05	28.8	14:00	16.1	06:30	12.7	0.0	8.1	22.5	15:00	NW

Anexo 5. Temperaturas registradas desde 2016 al 2020

MES/AÑO	2016			2017			2018			2019			2020		
	MAX	MIN	PROM												
Enero	32.60	15.10	23.51	34.70	17.10	25.60	32.80	16.80	23.93	32.80	21.60	26.14	32.60	16.80	23.84
Febrero	35.30	19.00	25.88	35.10	17.70	26.60	30.30	18.30	23.68	36.80	19.20	26.07	32.60	17.30	25.55
Marzo	34.90	18.80	26.27	34.80	18.40	26.23	34.83	17.77	25.69	34.80	16.10	25.40	33.60	18.70	25.23
Abril	33.50	14.90	23.77	33.30	16.10	23.60	33.47	15.27	22.99	33.60	14.80	22.59	33.80	15.70	23.38
Mayo	31.70	11.20	20.59	30.20	13.20	20.31	31.27	11.57	19.52	31.90	10.30	18.98	30.80	11.10	19.60
Junio	28.30	10.20	17.41	27.10	8.70	17.24	27.83	9.10	17.10	28.10	8.40	16.63	26.30	10.90	16.84
Julio	27.00	9.60	16.51	27.70	6.90	16.05	23.00	9.70	16.03	27.60	7.80	15.44	28.50	7.00	15.36
Agosto	27.30	10.50	16.51	26.60	8.90	15.83	24.60	9.30	15.86	27.70	7.30	15.19	26.10	8.90	15.58
Setiembre	27.60	10.30	17.35	28.30	10.00	16.76	27.20	9.10	16.60	29.20	9.90	17.26	26.60	8.70	16.96
Octubre	29.60	10.40	18.23	29.10	10.30	18.44	27.40	10.10	18.15	28.70	9.90	17.60	28.70	12.10	18.96
Noviembre	30.80	11.10	20.06	28.40	9.30	18.44	30.60	12.80	20.45	30.00	13.30	20.21	29.10	11.70	18.55
Diciembre	31.90	12.90	22.44	31.30	13.20	21.37	31.57	14.17	22.09	31.50	14.80	22.47	31.40	13.30	16.16