

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“INSTALACIÓN DE PALTO (*Persea americana* Mill.) CV. HASS
EN LA IRRIGACION OLMOS – LAMBAYEQUE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

ALEXANDER NELSON FERNÁNDEZ PÉREZ

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 –
Reglamento de Propiedad Intelectual**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“INSTALACIÓN DE PALTO (*Persea americana* Mill.) CV.
HASS EN LA IRRIGACION OLMOS – LAMBAYEQUE”**

Alexander Nelson Fernández Pérez

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Sady Javier García Bendezú
PRESIDENTE

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez
ASESOR

.....
Dr. Jorge Alberto Escobedo Álvarez
MIEMBRO

.....
Ph. D. Walter Eduardo Apaza Tapia
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis padres Uldarico Fernández y Matilde Pérez por sus consejos, apoyo, dedicación y por sus palabras de aliento que me han ayudado a crecer como persona y profesional; muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mi esposa Nadia Córdova por su apoyo incondicional y a mi hija Guadalupe Fernández por ser mi motivación más grande para seguir esforzándome cada día.

Gracias por todo su amor.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Erick Espinoza Núñez, asesor de la tesis, por la confianza, soporte y oportunidades brindadas para la elaboración y ejecución del presente trabajo de investigación.

Al jurado Sady García, Jorge Escobedo y Walter Apaza, por sus comentarios siempre convenientes que enriquecieron este trabajo de investigación.

A la empresa Inagro por brindarme el espacio y la oportunidad de formar parte del equipo, por los aprendizajes y experiencias vividas.

A mi familia por ser apoyo en todo momento e impulsarme a finalizar el presente trabajo de investigación.

INDICE

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Origen del palto	4
3.2 Taxonomía y morfología Orden: Laurales.....	4
3.3 Cultivares	8
3.3.1 ‘Fuerte’	8
3.3.2 ‘Hass’	8
3.3.3 Lamb Hass’	8
3.3.4 ‘Carmen Hass’	9
3.3.5 ‘Maluma’	9
3.3.6 ‘Edranol’	9
3.3.7 ‘Bacón’	9
3.3.8 ‘Nabal’	9
3.3.9 ‘Ettinger’	9
3.3.10 ‘Zutano’	10
3.3.11 ‘Lula’	10
3.4 Fenología del cultivo	10
3.4.1 Fase vegetativa	10
3.4.2 Fase de floración.....	10
3.5 Zonas productoras en el Perú.....	13
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
4.1 Proyecto Especial Olmos Tinajones	17
4.2 Características edafoclimáticas	19
4.2.1 Clima	19
4.2.2 Vegetación	23
4.2.3 Hidrología.....	23
4.2.4 Suelo	24
4.3 Preparación de terreno	24
4.3.1 Eliminación de vegetación.....	24
4.3.2 Nivelación gruesa (nivelación de terreno).....	25
4.3.3 Nivelación fina	26

4.3.4	Instalación del sistema hidráulico.....	27
4.3.5	Incorporación de materia orgánica	30
4.3.6	Subsolado	33
4.3.7	Armado de camellones	33
4.3.8	Instalación de cortinas rompeviento	36
4.4	Plantación.....	39
4.4.1	Estacado para la siembra	39
4.4.2	Hoyado e incorporación de enmienda	40
4.4.3	Selección y transporte de plantas.....	40
4.4.4	Distribución de plántones y corte de raíces	41
4.4.5	Desinfección de raíces	41
4.4.6	Alineado de portainjertos.....	42
4.5	Manejo de cortinas vivas	45
4.5.1	Sistematización de cortinas vivas	45
4.5.2	Eliminación de cortinas de King Grass	48
4.6	Injerto.....	50
4.6.1	Mantenimiento del injerto	55
4.6.2	Destoconado	58
4.7	Formación de la planta.....	58
4.8	Elección de portainjertos o patrones	62
4.9	Crecimiento radicular	62
4.10	Fertirriego	66
4.10.1	Manejo del riego.....	66
	Eficiencia de riego: 90 %	67
4.10.2	Fertilización	69
4.11	Sanidad.....	71
4.11.1	Arañita marrón.....	71
4.11.2	Gusanos de tierra	73
4.11.3	Mosca blanca gigante	74
4.11.4	Queresas	75
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1	Conclusiones.....	78
5.2	Recomendaciones	79
VI.	BIBLIOGRAFÍA	80
VII.	ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferencia morfológicas y fisiológicas entre las razas de palto	7
Tabla 2: Diferencia entre los tipos de flor del aguacate	12
Tabla 3: Perú: Superficie cosechada, producción y rendimiento de palto	14
Tabla 4: Superficie cultivada en el Proyecto Olmos 2020 (en hectáreas).....	15
Tabla 5: Producción de palta en TM en el Perú.....	16
Tabla 6: Labores de siembra con su respectivo avance.....	45
Tabla 7: Distribución de patrones fundo Inagro.....	62
Tabla 8: Consumo de agua en m ³ /mes del cultivo de palto.	68
Tabla 9: Fertilización anual para la ‘Hass’ en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque.....	70
Tabla 10: Ciclo biológico de arañita marrón del palto	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comportamiento floral.....	11
Figura 2: Desarrollo floral del aguacate. Fuente: Salazar-García et al. (1998).	13
Figura 3: Ubicación del Proyecto Especial Olmos, Lambayeque	18
Figura 4 : Temperaturas promedio en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque	21
Figura 5: Velocidad del viento promedio en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque ..	22
Figura 6: Vegetación existente en el fundo	24
Figura 7: Acopio y agrupación de vegetación extraída con retroexcavadora	25
Figura 8: Nivelación gruesa con maquinaria pesada Caterpillar oruga D8.....	25
Figura 9: Implemento agrícola rufa realizando la nivelación	26
Figura 10: Campo terminado y en óptimas condiciones para la siguiente actividad	26
Figura 11: Esquema del diseño del sistema de riego y sus componentes	27
Figura 12: Recepción y ordenamiento de tuberías a utilizar en la instalación	28
Figura 13: Excavadora realizando la zanja.	29
Figura 14: Instalación de la tubería de PVC en la zanja realizada por la excavadora.	29
Figura 15: Losa de filtrado	30
Figura 16: Recepción de la materia orgánica	31
Figura 17: Implemento agrícola “Chatín” surcando	31
Figura 18: Aplicación de la materia orgánica con las máquinas guaneadoras.....	32
Figura 19: Tractor con subsolador ripper	33
Figura 20: Esquema del armado de camellones con sus respectivos dimensiones	35
Figura 21: Armado de camellón	36
Figura 22: Corte y recepción de cañas de King Grass para la siembra.....	37
Figura 23: Siembra del King Grass.	38
Figura 24: King Grass y su crecimiento.....	38
Figura 25: Estacado vertical.....	39
Figura 26: Características de las plantas a seleccionar para la siembra.	40
Figura 27: Distribución de plántones de palto en el surco	41
Figura 28: Desinfección de plántones de palto.....	42
Figura 29: Alineación y siembra de los plántones	43
Figura 30: Colocación de cortinas individuales	43
Figura 31: Colocación de cobertura vegetal mulch.....	44
Figura 32: Siembra terminada del cultivo de palto	44

Figura 33: Daños causados por el viento	46
Figura 34: Mangueras enterradas por efecto del viento	47
Figura 35: Siembra de King Grass al 100%, un surco de cortina por cada hilera de plantas de palto.	47
Figura 36: Asociación del King Grass con el maíz	48
Figura 37: Siembra de maíz entre planta para controlar el viento.....	48
Figura 38: Picado y eliminación del King Grass.....	49
Figura 39: Poda de hilera de cortina de King Grass al 50%.....	50
Figura 40: Planta seleccionada para sacar yemas para el injerto.....	51
Figura 41: Características de la yema para el injerto	51
Figura 42: Ubicación del injerto.....	52
Figura 43: Corte longitudinal del tallo, aproximadamente 4 cm.....	53
Figura 44: Cortes longitudinales opuestos de la yema a injertar	53
Figura 45: Colocación de la yema en el tallo de la planta.....	54
Figura 46: Colocación de la mica en el injerto.....	54
Figura 47: Primera aflojada de la cinta o mica a los 45 días del injerto	55
Figura 48: Segundo aflojado de la cinta o mica a los 65-70 días del injerto.....	56
Figura 49: Ramas que crecen en forma desproporcional	57
Figura 50: Planta despuntada y destocada, copa del injerto en equilibrio.....	58
Figura 51: Elección de tres a cuatro ramas para la formación de la planta.....	59
Figura 52: Planta con tres brazos definidos después de haber sido despuntado	60
Figura 53: Crecimiento de injerto en un solo eje	60
Figura 54: Corte de la rama principal del injerto	61
Figura 55: Planta de un año de edad.....	61
Figura 56: Rizotrópico instalado en el lote para verificar el crecimiento radicular	63
Figura 57: Evaluación del crecimiento de raíces nuevas	63
Figura 58: Evaluación de raíces en calicatas, patrón ‘Zutano’	64
Figura 59: Crecimiento radicular anual en centímetros por patrón.....	65
Figura 60: Bronceado de las hojas, daño provocado por arañita marrón	71
Figura 61: Hojas infestadas con <i>Aleurodicus juleikae</i>	74
Figura 62: Escama de <i>Fiorinia fioriniae</i> (adulto)	75
Figura 63: Daño causado en hojas tiernas	76
Figura 64: <i>Hemiberlesia lataniae</i> (adulto) en ramas de palto.	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación Geográfica del fundo Inagro en el distrito de Olmos	82
Anexo 2. Crecimiento del tallo en milímetros (diámetro) de diferentes patrones, experiencia fundos irrigación Chavimochic.	82
Anexo 3. Análisis de agua	83
Anexo 4. Cuadro comparativo de la evapotranspiración de referencia.....	83
Anexo 5. Cartilla de evaluación de raíces.	84
Anexo 6. Relación de actividades para el primer año de mantenimiento de palto.	85
Anexo 7. Programa semanal de fertirriego en kg/ha y su concentración en ppm.	86
Anexo 8. Análisis de suelo	87

PRESENTACIÓN

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo dar a conocer la importancia de la preparación del terreno, de la instalación y siembra, el manejo de cortinas rompeviento, la formación y conducción de la plantación en el primer año, en un huerto frutícola para el cultivo de palto cultivar 'Hass' en un campo comercial de la irrigación del proyecto de Olmos, fundo Inagro, con la descripción de cada actividad. Siendo Olmos un lugar en donde se están plantando las primeras plantaciones de palto con resultados y producciones alentadoras que nos permiten afirmar que será la nueva zona de crecimiento y desarrollo para este cultivo.

El clima, el suelo y la calidad del agua de riego en Olmos, representan en su conjunto características fundamentales para el desarrollo óptimo del palto. Es de suma importancia realizar la preparación del suelo y la siembra de este cultivo de la mejor manera, tomando en cuenta el tipo de suelo, el clima y el viento, ya que son factores determinantes en este proceso y cuando las plantas están en pleno desarrollo y crecimiento.

Para el Perú, el palto es uno de los rubros de exportación más importantes. Nuestro país se convierte en el segundo exportador de este cultivo llegando a 34 mercados internacionales en plena emergencia sanitaria. El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) informó que las exportaciones de palta peruana durante el 2020 alcanzaron las 409,022 toneladas, superando en 30 % a la campaña 2019 y que aún no ha tocado techo, ya que enfrenta un inmenso mar de posibilidades, en la medida que las exportaciones peruanas se han posicionado en nichos de mercado, como un producto de alta calidad, que ingresa en ciertas épocas del año en las que en los mercados de destino no tienen o es muy limitada su producción.

La función desempeñada en este proceso y experiencia profesional se basa en la preparación del terreno con sus actividades principales, el diseño de lotización y del sistema hidráulico, instalación y sistematización de cortinas vivas rompeviento, la siembra del cultivo, injertación encampo, sistema de conducción de la planta y el fertirriego en el primer año de la plantación.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de palta ha crecido en los últimos años a nivel mundial. Según datos de la FAO, el consumo per cápita de palta viene creciendo a tasas de 3,5 % anual, en el contexto mundial, y se proyecta que lo siga haciendo por varios años llegando a valores de 0,85 kilogramos – persona/año. Su sabor y sus propiedades nutritivas lo han convertido en un alimento de moda en los países desarrollados y cada vez más jóvenes consumidores de los países emergentes vienen presionando con mayores demandas.

No en vano, es una de las frutas con mayor cantidad de proteínas, además, gracias a su alto contenido en aceites vegetales, posee un gran contenido calórico y graso, y beneficiosas propiedades antioxidantes, gracias a todo ello se cree que ayuda a reducir el riesgo de desarrollar cáncer y enfermedades cardíacas, es decir no solo es un producto fresco, sino es un producto funcional.

En el mercado mundial dominan dos cultivares de paltas: ‘Hass’ y ‘Fuerte’. A pesar de que tradicionalmente la ‘Fuerte’ es una de las más consumida en Latinoamérica, la palta ‘Hass’ domina el 80 % del mercado mundial, debido a la alternancia en producción de los árboles de la ‘Fuerte’, así como la extremada delicadeza de su piel, que obliga a manipular los frutos de forma más cuidadosa, mientras que la dureza de la cáscara de la ‘Hass’ permite su mayor manipulación y transporte a largas distancias. La palta es un fruto climatérico, es decir, es capaz de seguir madurando incluso después de haber sido recolectado, debido fundamentalmente al aumento en su tasa de respiración y su producción de etileno, aspecto importante para el manejo postcosecha.

Olmos es la iniciativa más importante de Lambayeque en los últimos años. Ya en enero 2020 se registró un total de 23,350 hectáreas (ha) instaladas en diferentes fases de producción, del Proyecto Olmos, en Lambayeque. El principal cultivo sigue siendo la caña de azúcar con 11,800 ha. El segundo lugar es del palto, llegando a 5,600 ha instaladas, mientras que el arándano se ubica en tercer puesto con 2,060 ha.

Es importante seguir buscando nuevas tierras para abastecer de palta todo el año, zonas productivas para el cultivo, que abarquen más meses de producción, en donde la palta se pueda desarrollar óptimamente. Para este caso, Olmos en el cultivo de palto viene dando buenos resultados con producciones que pueden llegar a 20 t/ha en 3 años de producción (fundo Alaya, Plantaciones del Sol), que viene a ser una entrada de producción muy rápida.

Para seguir con este crecimiento en el cultivo del palto es necesario hacer de su manejo diferenciado bajo las condiciones que presenta Olmos hablando de su clima, suelo y agua, sobre todo en el primer año de la plantación que forma la base para las siguientes campañas y de su importancia que representa, ya que el reto es tratar de que no haya alternancia productiva. Hasta el momento no se ha reportado alternancias productivas, todo lo contrario, han sido plantaciones con producciones bien homogéneas entre campaña y campaña.

II. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Describir los métodos empleados en el fundo Inagro - Olmos para la plantación e instalación de cortinas vivas (rompeviento) en palto.
- Dar a conocer la importancia y dificultad del uso de las cortinas vivas (rompeviento) en la plantación.
- Describir las actividades principales para la preparación de terreno.
- Describir las características edafoclimáticas de Olmos y su potencial como nueva zona de crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo de palta.
- Dar a conocer la importancia del uso de cobertura vegetal (mulch) para un mejor desarrollo del cultivo de palto.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen del palto

El origen y domesticación del palto tuvo lugar de Mesoamérica, específicamente en las partes altas del centro y este de México, provincia de Puebla, y Guatemala. Entre los años 8000 y 7000 antes de Cristo, culturas antiguas contaban con un buen conocimiento acerca de este fruto y sus variedades, como se muestra en el Códice Florentino, donde se mencionan tres tipos de aguacate, que de acuerdo con su descripción ‘*aoacatl*’ podría tratarse de *Persea americana* var. *drymifolia* (raza mexicana), ‘*tlacacolaocatl*’ a *Persea americana* var. *americana* (raza antillana) y ‘*quillaoacatl*’ a *Persea americana* var. *guatemalensis* (raza guatemalteca) (Tabla 1) (Barrientos y López-López, 1999).

Los cultivares que conocemos actualmente de palto (*Persea americana* Mill), se han producido por hibridaciones de distintos materiales trasladados desde sus centros de origen (Whiley et al., 2002), siendo clasificado en tres subespecies o razas ecológicas: americana, guatemalensis y drymifolia; que se desarrollaron en distintas áreas y que también se conocen como antillana, guatemalteca y mexicana, respectivamente; y que se diferencian tanto en altura de planta como en la forma y tamaño del fruto, color del follaje y adaptación a diferentes condiciones climáticas y de suelo.

3.2 Taxonomía y morfología Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana*

Origen: México, y luego se difundió hasta las Antillas.

Nombres: palta, aguacate (español), avocado (inglés, alemán, italiano) y avocat (francés).

Planta: árbol extremadamente vigoroso (tronco potente con ramificaciones vigorosas), pudiendo alcanzar hasta 30 m de altura.

Sistema radicular: bastante superficial.

Hojas: árbol perennifolio de hojas alternas, pedunculadas, muy brillantes.

Flores: son perfectas en racimos subterminales; sin embargo, cada flor abre en dos momentos distintos y separados, es decir, los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación. Por esta razón, los cultivares se clasifican en base al comportamiento de la inflorescencia en dos tipos: A y B. En ambos tipos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica de las flores del palto es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar cultivares adaptadas a la misma altitud con tipo de floración A y B y con la misma época de floración, en una proporción 10:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y sólo el 0,1 % se transforman en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutitos en desarrollo.

Fruto: baya uni semillada, oval, de superficie lisa o rugosa. El envero sólo se produce en algunas variedades y la maduración del fruto no tiene lugar hasta que éste se separa del árbol.

Desarrollo reproductivo: corresponde al periodo en que se produce el desarrollo de las estructuras reproductivas. Este periodo se inicia con la apertura de las yemas reproductivas. En la zona de Olmos va desde agosto a fines de septiembre, mes en el cual ya todas las yemas florales están abiertas.

Floración: corresponde al periodo en que se pueden encontrar flores abiertas en los árboles. Este proceso es el encargado de generar los frutos que se cosecharán a partir de otoño. El proceso de floración, en la zona de Olmos, para el cultivar 'Hass', se inicia a mediados de agosto, alcanza su máximo entre la segunda y tercera semana de septiembre y ya es muy bajo y se encuentra terminando a inicio del mes de octubre.

Brotación: en el caso de los paltos, la brotación o crecimiento vegetativo de primavera se produce en forma casi paralela al proceso de floración y por competencia puede llegar a ser una limitante para la producción. Este proceso de crecimiento vegetativo de primavera se inicia en Olmos a principios de septiembre, presenta un máximo entre mediados de octubre, momento a partir del cual reduce su tasa de crecimiento en forma violenta, sin detenerse completamente. A finales de noviembre vuelve a incrementar su tasa de crecimiento, presentando un nuevo máximo entre inicios y mediados de diciembre. Luego a

finales de febrero ocurre otro flujo de crecimiento y se detiene a mediados de abril. A partir de ese momento, la tasa de crecimiento vuelve a reducirse para detenerse completamente entre mediados y fines de mayo. Por lo tanto, el crecimiento vegetativo presenta tres flujos, dos máximos uno en primavera y otro a inicios del verano y comienzos de otoño.

Crecimiento radicular: Whiley et al., (1987) indican que la mayor masa de raíces es distribuida en los primeros 45 cm de suelo, donde la raíz es vulnerable a rápidos cambios ambientales. El crecimiento de raíces presenta dos máximos de desarrollo en Olmos. El primero se produce después de la primera reducción del crecimiento vegetativo de primavera, es decir, se inicia a mediados de octubre y presenta un máximo durante el mes de noviembre, para luego reducir su tasa de crecimiento (nuevamente sin detenerse completamente). A partir de la primera quincena de marzo, la tasa de desarrollo radicular vuelve a incrementarse para presentar un máximo a inicios de mayo y luego vuelve a reducir su tasa de crecimiento hacia el invierno, donde la tasa de crecimiento dependerá de las temperaturas del suelo durante este periodo, pero regularmente es bastante baja durante todo el invierno.

Caída de flores y frutos: en el caso del palto se producen dos caídas de estructuras reproductivas. La primera se produce desde inicio del máximo de floración hasta el mes de diciembre y en ella caen flores y frutitos recién cuajados de hasta 1,5 cm de diámetro. La segunda caída se produce a partir de mediados de febrero y puede durar hasta marzo y en ella se desprenden del árbol frutos más desarrollados.

Tabla 1: Diferencia morfológicas y fisiológicas entre las razas de palto

Planta	Características	Mejicana	Guatemalteca	Antillana
General	Origen	Tierras altas de México	Tierras altas Guatemala	Tierras bajas
	Adaptación climática	Subtropical	Subtropical	Tropical
	Tolerancia al frío	Alto	Medio	Bajo
	Tolerancia a la salinidad	Baja	Media	Alta
	Tolerancia cloro-férrica	Media	Baja	Alta
Forma	Añerismo	Menor	Mayor	Menor
	Internudos	Más largos	Largos	Más cortos
	Lenticelas en brotes	Pronunciados	Ausentes	Ausentes
	Rugosidad de la corteza	Menos	Más	Más
	Pubescencia de la madera	Más	Menos	Menos
Hoja	Tamaño	Más pequeño	Grande	Más grande
	Color	Verde	Verde	Verde pálido
	Color hoja nueva	Verdoso	Rojizo	Verde amarillento
	Olor a anís	Presente (normalmente)	Ausente	Ausente
FRUTO	Cerosidad del envés	Más	Menos	Menos
	Época	Temprana	Tardía	Temprana - intermedia
Flores	Flor madurez fruto	5-7 meses	10-18 meses	6-8 meses
	Persistencia del perianto	Mayor	Menor	Menor
Pedúnculo	Longitud	Corto	Largo	Corto
	Grosor	Mediano	Gruoso	Delgado
Fruto	Forma	Cilíndrico	Cónico	Cabeza de clavo
	Tamaño	Chico - mediano	Pequeño - grande	Medio - muy grande
	Forma	Mayoría alargado	Mayoría redondo	Variable
Piel	Color	Normalmente morada	Negra o verde	Verde pálido castaño
	Superficie	Revestido de cerosidad	Asperosidad variable	Lustrosa
	Grosor	Muy delgada	Gruosa	Medio
	Células pétreas	Ausentes	Presentes	Muchas
	Flexibilidad	Membranosa	Rígida	Cueruda
	Facilidad de pelado	No	Variable	Si
	Relación al tamaño	Grande	Muchas veces pequeña	Grande
Semilla	Testa	Delgada	Normalmente delgada	Gruosa
	Separación cavidad	Muchas veces holgada	Pegada	Mayormente holgada
Pulpa	Superficie	Suave	Suave	Rugosa
	Sabor	Anisada, sazónada	Muchas veces rico	Dulce, suave
	Contenido de aceite	Más alto	Alto	Bajo
	Fibrosidad	Comun	Menos común	Intermedia
Tolerancia a guardar en frío		Más	Más	Menos

Fuente: Bergh, B. Dept. of Botany and Plant Sciences. Univ. California. 1992

3.3 Cultivares

Los cultivares de palto que más se comercializan en el mundo son:

3.3.1 ‘Fuerte’

Esta palta de color verde de piel lisa y delgada, proviene de la yema sacada de un árbol nativo de Atlixco (México) y tiene características intermedias entre la raza mexicana y guatemalteca, por lo que se considera un híbrido natural de estas dos razas. Los frutos presentan aspecto piriforme, de tamaño medio (180 a 400 g). Su pulpa va de amarillo a verde (cuanto más pegada a la cáscara). Su largo medio es de 10 a 12 cm, y su ancho de 6 a 7 cm. La piel se separa con facilidad de la carne, variando su contenido de aceite entre 18 y 22 %.

3.3.2 ‘Hass’

El cultivar fue patentado en 1935 por Rudolph Hass, en la Habra Heights (California, Estados Unidos), comparado con otras variedades importantes de la época, en virtud de la calidad de sus frutos, altos rendimientos en producción y maduración tardía del fruto (Whiley et al., 2002). Pertenece a la raza guatemalteca *Persea nubigena* var. *guatemalensis* con el cruce de una raza mejicana, se adapta a condiciones subtropicales, temperatura de 5 a 19 °C y altura entre los 1800 y 2000 msnm. Produce frutos de excelente calidad, esféricos, ovalados, tamaño medio (170 a 350g) con corteza gruesa y quebradiza; la pulpa es cremosa, con excelente sabor y sin fibra y su contenido de aceite fluctúa entre 18 a 22 %; la semilla es pequeña a mediana (bien pegada a la cavidad) y se pela fácilmente. De acuerdo con el estado de madurez, presenta un color que va desde verde opaco hasta morado oscuro. Los frutos son retenidos en la planta hasta por 6 meses posterior a la madurez fisiológica del mismo, lo cual permite extender enormemente el periodo cosecha (Bernal y Díaz, 2005).

De acuerdo con su comportamiento en la floración corresponde al Tipo A. La planta es medianamente vigorosa, produciendo cosechas comparativamente altas en años alternos. Es una variedad de menor tolerancia relativa a la concentración de sales.

3.3.3 ‘Lamb Hass’

La fruta es muy parecida a ‘Hass’, aunque con los hombros más anchos, tornando el color de su piel a negro en su madurez. De tamaño mayor que ‘Hass’ y recolección más tardía. La producción de ésta es más alta y el árbol más tolerante a los vientos, altas temperaturas y ácaro cristalino que ‘Hass’.

3.3.4 ‘Carmen Hass’

Este cultivar tiene como virtud más notable su largo periodo de cosecha, gracias a que presenta una floración de verano-otoño, lo cual genera una cosecha que coincide con la época de baja producción de ‘Hass’. Con un adecuado manejo, este fruto tendrá sus primeras cosechas a los dos años de siembra. Se ha observado que responde bien en terrenos cálidos con altitudes de hasta 1800 msnm.

3.3.5 ‘Maluma’

Esta variedad de palta de origen sudafricano es altamente productiva, de calibres grandes y homogéneos. El árbol es de un vigor medio, de forma piriforme y triangular, la planta está formada en una rama central ascendente, de la que salen pequeñas ramas en 360°. Requiere podas ligeras anuales y despuntado a 4 m; con esto se evita podas más fuertes como las realizadas en ‘Hass’ cada cierto tiempo, que podrían significar una disminución de cosecha al año siguiente.

3.3.6 ‘Edranol’

El árbol es de desarrollo medio. Los frutos son piriformes, piel rugosa de color verde y tamaño medio (260 a 300 g). La pulpa tiene buen sabor y un contenido de aceite de 22 %.

3.3.7 ‘Bacón’

Variedad originaria de California y con buena resistencia al frío. El fruto es de forma oval, de tamaño medio (250 a 300 g) y piel fina verde brillante. El árbol es vigoroso, erecto, muy precoz y cargador.

3.3.8 ‘Nabal’

Variedad originaria de Israel, casi redonda, con una cáscara verde claro y lisa. Su forma es lo que la distingue de las demás. La cáscara es dura y leñosa haciendo que se conserve largo tiempo. Tiene el más bajo contenido en grasa de todas las variedades de palta (entre 6 y un 8 %).

3.3.9 ‘Ettinger’

El fruto es de forma oval alargada, tamaño mediano, piel fina, lisa y de color verde brillante. La pulpa no tiene fibra y es de muy buena calidad. Constituye una de las variedades importantes de palto en Israel, donde ocupa entre el 25 y 30 % de la superficie plantada.

3.3.10 ‘Zutano’

Este fruto es fácil de reconocer por su apariencia brillante, tiene una forma ovalada de pera, tiene una piel delgada de color verde claro, es de sabor suave, su pulpa es de color verde pálido. Presenta un tamaño medio a grande llega a 200 y 400 g. No es de gran calidad como ‘Hass’, pero si madura de forma precoz al principio del invierno. Es un híbrido de floración tipo B y es más resistente a bajas temperaturas.

3.3.11 ‘Lula’

Es un híbrido entre las razas mexicana y guatemalteca; de gran resistencia a heladas, el fruto es piriforme y pesa 500 g, de cáscara arrugada o lisa y de color verdosa.

3.4 Fenología del cultivo

La fenología es la relación entre el clima y los fenómenos biológicos periódicos (Whiley et al., 1988). Los árboles de palto muestran diversas fases fenológicas o fases de desarrollo conforme pasan las estaciones del año, por ejemplo, la abscisión de hojas, iniciación y diferenciación floral, flujos de crecimiento vegetativo, amarre y caída de fruto, crecimiento y maduración del fruto, crecimiento de raíces, etc.

Se podría predecir la ocurrencia de eventos importantes en el desarrollo del árbol una vez que estas fases fenológicas son registradas y relacionadas, con fechas del calendario y con información meteorológica. Esto ayudaría a técnicos y productores a modificar la producción de los eventos que ocurren en los árboles (Biran, 1979).

3.4.1 Fase vegetativa

Bajo las condiciones de Olmos, en esta etapa del primer año del cultivo se producen tres flujos vegetativos que son bien marcados, en febrero - marzo, otro en agosto - setiembre y en noviembre - diciembre.

Es importante el despunte en el primer año del cultivo, de tal manera de mantener un equilibrio en la copa de la planta, evitando crecimientos excesivos de ramas que por su peso puedan ocasionar daños en el injerto, que está en formación y crecimiento.

3.4.2 Fase de floración

El palto produce dos tipos de inflorescencia: indeterminadas, en las que se forma una yema en el ápice del eje primario y continúa el crecimiento del brote; y determinadas, en las que

el meristemo del eje primario forma una flor terminal. Ambos tipos de inflorescencias consisten en ejes secundarios (panículas laterales), las que presentan un desarrollo acropétalo produciendo ejes terciarios (cimas) compuestos de una flor terminal y dos flores laterales (Reece, 1942).

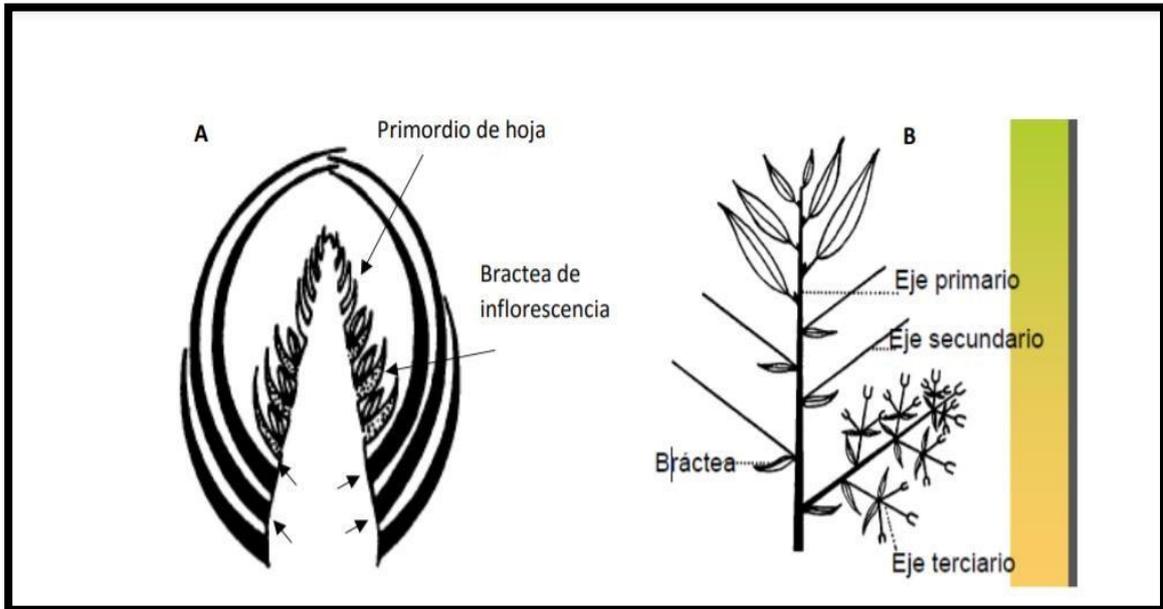


Figura 1: Comportamiento floral.

(A) Sección longitudinal de una yema floral mixta de palto ‘Hass’ mostrando su morfología, apéndices foliares y meristemos de inflorescencia (no hecha a escala). Las flechas cortas indican el lugar donde se producen los meristemos axilares (pueden originar brotes vegetativos o inflorescencias, dependiendo del ambiente, manejo y/o dominancia apical).

(B) Diagrama del crecimiento reproductivo y vegetativo producido por una inflorescencia indeterminada de palto. Fuente: Reece (1942).

El palto presenta un comportamiento floral muy particular conocido como dicogamia protoginea sincronizada. Por lo tanto, la flor del palto abre dos veces, la primera vez lo hace al estado femenino donde el estigma es receptivo de polen y los estambres están cerrados y doblados hacia fuera del perianto. En la segunda apertura la flor es funcionalmente masculina, donde el estigma no está receptivo y los estambres se encuentran erguidos con las tecas de las anteras abiertas.

En base a este comportamiento floral, los cultivares de palto se clasifican en dos grupos (Stout, 1923):

Grupo A: la primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del mediodía. La segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del día siguiente. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas citados por Whiley et al. (2002).

Grupo B: la apertura femenina ocurre en la tarde y la segunda apertura en la mañana del día siguiente. El ciclo de apertura floral dura de 20 a 24 horas citados por Whiley et al. (2002).

Secuencia de la apertura floral del palto bajo condiciones ideales de temperatura (máxima 25 °C y mínima 20 °C) para floración A y B. En la Tabla 2 se muestra a detalle esta secuencia.

Tabla 2: Diferencia entre los tipos de flor del aguacate

Tipo de flor	Día 1	Día 2	Día 2	Día 2
	(mañana)	(tarde)	(mañana)	(tarde)
A	Femenino	Cerrado	Cerrado	Masculino
B	Cerrado	Femenino	Masculino	Cerrado

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017)

En la Figura 2, se muestra una guía visual para conocer el desarrollo de la inflorescencia en yemas apicales de palto ‘Hass’. Los números (estados 1 al 11) indican los estados progresivos de desarrollo. Abreviaciones: b= escama de yema; br = bractéola de eje terciario; c= carpelo; i = bráctea de inflorescencia; p = perianto; s = eje secundario de la inflorescencia; sb = base de la escama de la yema; st = estambre; t = eje terciario; tf = flor terminal de eje secundario; v = yema vegetativa. Tomado de Salazar-García et al. (1998).

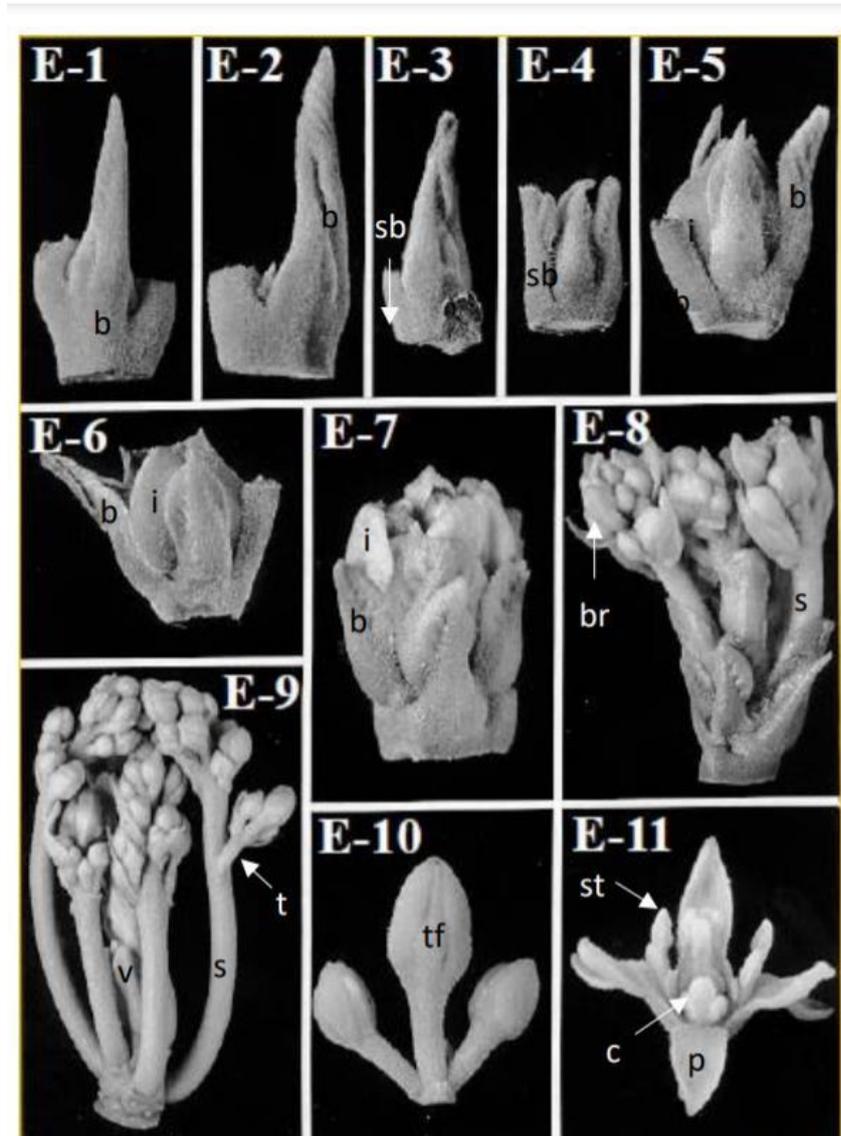


Figura 2: Desarrollo floral del aguacate. Fuente: Salazar-García et al. (1998).

3.5 Zonas productoras en el Perú

El palto ha tenido un crecimiento sostenible impactando positivamente en el sector agropecuario entre los años 2007 y 2020, ya que desde el 2007 se ha venido presentando crecimientos constantes en el volumen total de exportaciones de palta, lo cual nos ha permitido ocupar el segundo lugar a nivel mundial en producción de palta. En cuanto al área cosechada, el incremento anual de su producción y nivel de rendimiento (Tabla 3).

Tabla 3: Perú: Superficie cosechada, producción y rendimiento de palto

	2015	2016	2017	2018	2019
Superficie cosechada (ha)	33,989	37,871	39,621	40,124	41,306
Producción (toneladas)	376,602	455,394	466,790	504,532	535,911
Rendimiento (t/ha)	11.1	12.0	11.8	12.6	13.0

Fuente: Minagri-Direcciones regionales de Agricultura
Elaboración: UIC-SSE

El área de producción abarca la mayor parte de las regiones costeras del norte, centro y sur, costa central, valles interandinos y andinos y parte de la ceja de selva.

En la costa, la región de mayor producción es La Libertad, con una participación del 37,7 % en el 2019 y crecimiento anual del 12 % en los últimos cinco años. Cabe señalar que Chavimochic es una de los principales centros de producción en el país. Las condiciones climáticas son favorables para el cultivo de la palta con sistemas de producción de alta tecnología, capital intensivo y con gran disponibilidad de agua.

Otra región importante es Lambayeque, con un crecimiento promedio anual en producción del 31.2 % durante los años 2015-2019. Se destaca el proyecto Olmos, donde la caña de azúcar, palta, arándanos, espárragos y uva de mesa son sus principales cultivos. La palta es el segundo cultivo después de la caña de azúcar, con 5728 ha. Olmos es una zona donde aún los cultivos de palto no han alcanzado su madurez, teniendo actualmente un rendimiento de 10 a 12 t/ha en las primeras campañas, esperando alcanzar en los próximos años un rendimiento de 20 a 25 t/ha. Además, el calendario temprano de producción es particularmente ventajoso (contenido de materia seca que alcanza el 23 % a principios/mediados de abril para 'Hass').

En la Tabla 4 se muestra el área cultivada por cultivo en el Proyecto Olmos y su proyección en superficie para finales del año 2020.

Tabla 4: Superficie cultivada en el Proyecto Olmos 2020 (en hectáreas)

Cultivos	Superficie Ene/2020	Proyección Dic/2020
Caña de azúcar	11800	11500
Palto	5600	5900
Arándano	2060	2960
Espárrago	780	850
Uva de mesa	580	580
Otros cultivos	2530	2890

Fuente: ProOlmos.

La sierra peruana, conformada por la parte central de la cordillera de los Andes, que atraviesa el territorio peruano de norte a sur, tiene un clima relacionado con la altitud, la latitud y la cercanía a la costa desértica o a la selva húmeda. Los cultivos se realizan en pisos cálidos de 1000 a 2000 msnm, con temperaturas medias de 17 °C y 19 °C. La zona tiene un importante activo, un calendario de producción diferido, debido a las temperaturas que son más bajas que la zona costera. Por tanto, la temporada de la ‘Hass’, por ejemplo, puede comenzar desde mediados de febrero.

Los huertos de paltos se ubican entre los 800 msnm hasta los 2700 msnm, con un 75 % de cultivo de la ‘Fuerte’ y 20 % de la ‘Hass’. Las principales zonas de cultivo están situadas en la parte sur, particularmente en los departamentos de Arequipa, Junín, Ayacucho y Cusco. Destaca el incremento de área cultivada en las regiones Ayacucho, Huancavelica y Apurímac; con lo cual se debiera ver de replicar en otras regiones de la sierra (Tabla 5).

Tabla 5: Producción de palta en TM en el Perú

Región	Perú: Producción de palta por región - TM					
	2015	2016	2017	2018	2019	% Part. 2019
Total	376,602	455,394	466,796	504,532	535,911	100,0%
La Libertad	112,775	178,272	197,271	204,526	202,184	37,70%
Lima Prov.	81,31	92,07	86,304	83,607	80,19	15,0%
Ica	56,638	57,049	53,924	66,332	71,591	13,40%
Junín	31,917	34,128	36,607	41,45	44,808	8,40%
Lambayeque	7,679	8,278	9,904	15,559	29,825	5,60%
Arequipa	12,067	12,579	15,862	20,085	22,731	4,2%
Ancash	26,116	20,456	11,473	17,547	20,180	3,8%
Ayacucho	5,311	5,219	7,772	6,615	16,640	3,1%
Moquegua	6,393	6,156	5,061	6,778	7,556	1,4%
Cusco	6,17	7,861	4,868	5,524	7,067	1,3%
Piura	4,267	7,025	8,364	7,930	5,806	1,1%
Apurímac	3,727	3,795	3,945	4,403	4,126	0,8%
Loreto	3,289	3,453	3,513	3,530	3,555	0,7%
Huánuco	2,741	2,833	3,297	3,565	3,547	0,7%
Cajamarca	4,745	4,510	5,699	5,003	3,421	0,6%
Pasco	2,212	2,384	3,066	2,601	2,942	0,5%
Puno	2,43	2,469	2,463	2,460	2,455	0,5%
Ucayali	2,088	2,087	2,553	2,295	2,056	0,4%
Lima Metrop.	1,634	1,820	1,739	1,504	1,499	0,3%
Amazonas	926	1,051	1,155	1,16	1,651	0,3%
Huancavelica	642	729	811	914	874	0,2%
Madre Dios	424	491	423	508	608	0,1%
San Martín	723	301	313	356	417	0,1%
Tacna	378	377	410	280	182	0,0%

Fuente: MINAGRI – Direcciones Regionales de Agricultura.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1 Proyecto Especial Olmos Tinajones

El Proyecto Hidroenergético y de Irrigación Olmos está ubicado en el departamento de Lambayeque, aproximadamente a 900 km de Lima en el extremo noroccidental del Perú.

El propósito del proyecto es trasvasar los recursos hídricos de la vertiente del océano Atlántico hacia la vertiente del océano Pacífico mediante un túnel trasandino de una longitud de 19,3 km y un diámetro interior de 4,8 m, para su posterior aprovechamiento en la generación de energía eléctrica y la irrigación de tierras áridas con condiciones climáticas muy favorables para la producción agrícola.

En esta primera etapa a irrigar con aguas provenientes del río Huancabamba, se incorporan a la agricultura nacional 43 500 hectáreas de las cuales 38 000 hectáreas de tierras fueron subastadas y 5 500 hectáreas son de agricultores del valle viejo de Olmos.

La temperatura media anual en la zona de riego varía desde 23,8 °C en el norte hasta 22,1 °C en el sur, y el clima es seco, con humedad relativa media anual de 68 % y durante el año presenta poca variación (entre 66 % y 71 %).

Las tierras de proyecto se encuentran a una distancia de 107 km del océano Pacífico desde el centro del predio a irrigar en dirección oeste y a solo 55 km en dirección suroeste. Desde la línea del Ecuador, esta aproximadamente a 670 km estando ubicado entre los 6°0' y 6°13' latitud sur y 79°55' y 80°08' longitud oeste aproximadamente. El puerto más cercano es Paita (recientemente concesionado), ubicado a menos de 200 km al norte de las tierras a desarrollar y de conveniente acceso a través de carreteras recientemente concesionadas desde Olmos a la ciudad de Paita o desde Chiclayo a Piura, tal como se muestra en la Figura 3.



Figura 3: Ubicación del Proyecto Especial Olmos, Lambayeque

En el caso del valle viejo de Olmos, con el objetivo de incentivar la asociatividad de los agricultores beneficiados con el riego, los pobladores han conformado comités de gestión para posibilitar una agricultura tecnificada y rentable que garantice el pago de la tarifa de agua y con ello la autosostenibilidad del proyecto.

En una segunda etapa la frontera agrícola podría ampliarse a 100000 ha gracias al trasvase de las aguas de los ríos Tabaconas y Manchara, además del uso de los recursos hídricos subterráneos con la implementación de perforación y construcción de pozos tubulares que ayuden abastecer de agua subterránea.

Es importante resaltar que el objetivo principal del proyecto es la creación de un polo de desarrollo económico y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en el norte del país, mediante el aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos hídricos de los ríos por trasvasar, y el fomento de la producción agrícola orientada a la exportación basada en la irrigación en las áreas nuevas (ampliación de frontera agrícola) y en el mejoramiento del riego de las áreas existentes.

4.2 Características edafoclimáticas

4.2.1 Clima

La temperatura promedio máxima bordea los 33 °C (entre enero y abril) y la mínima promedio es de 16,2 °C (entre junio y julio), en tanto las precipitaciones son mínimas y alcanzan un valor anual de 50 mm en costa. La presencia del fenómeno de El Niño, en el departamento en los meses de verano, varía de intensidad según el comportamiento climático.

Corresponde al Proyecto Olmos el clima tropical y subtropical semidesértico debido a la presencia de aguas frías marinas. Estas aguas frías marinas determinan condiciones de alta presión atmosférica durante la mayor parte del año y a las condiciones de baja presión atmosférica durante los meses de verano determinadas por la penetración hacia el sur de una masa de aire húmedo ecuatorial y la debilitación de los efectos del mar frío por causa de las corrientes cálidas del Golfo de Guayaquil. De modo que mientras en la mayor parte del año predomina el aire frío y la alta presión atmosférica, durante el verano las líneas limítrofes entre las masas de aire frío y seco, y cálido y húmedo, varían en su localización de año en año, retrocediendo y avanzando de norte a sur. Por eso, aunque el promedio de la

precipitación varía de 125 – 150 mm anuales, hay una variación extraordinaria de año a año. Se registran muchos años casi sin lluvia y otros con más de 1000 mm. Esta lluvia cae en forma de chubascos muy intensos y normalmente cortos durante los meses de enero a abril, especialmente en febrero y marzo. A continuación, se presentan las Figuras 4 y 5 en las cuales se detalla las temperaturas promedio máximas y mínimas, así como también promedios de la velocidad del viento respectivamente, de los años 2015 al 2020, con análisis de incertidumbre y desviación estándar. Los datos son proporcionados por la estación meteorológica inalámbrica Davis® del fundo Inagro.

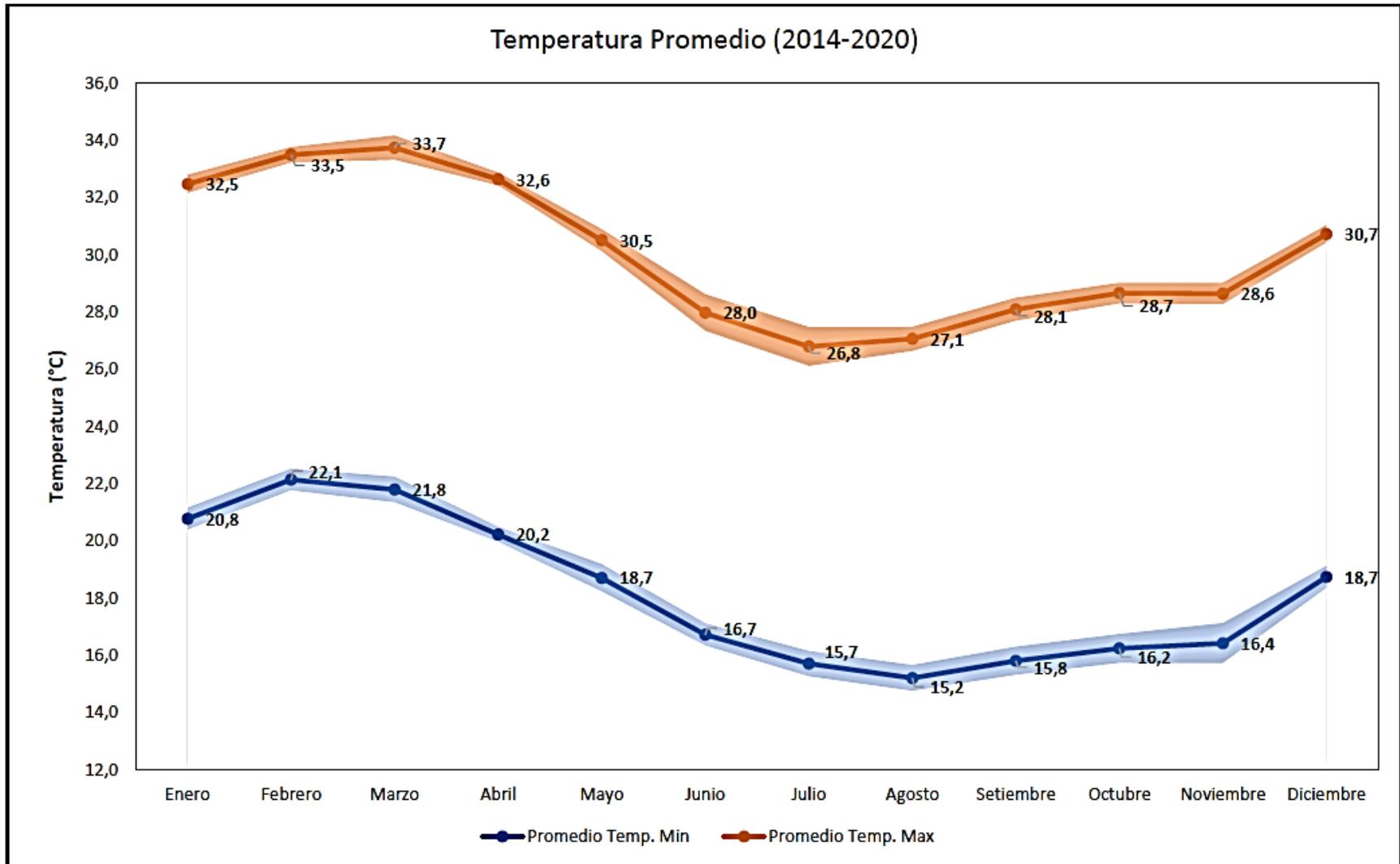


Figura 4 : Temperaturas promedio en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque

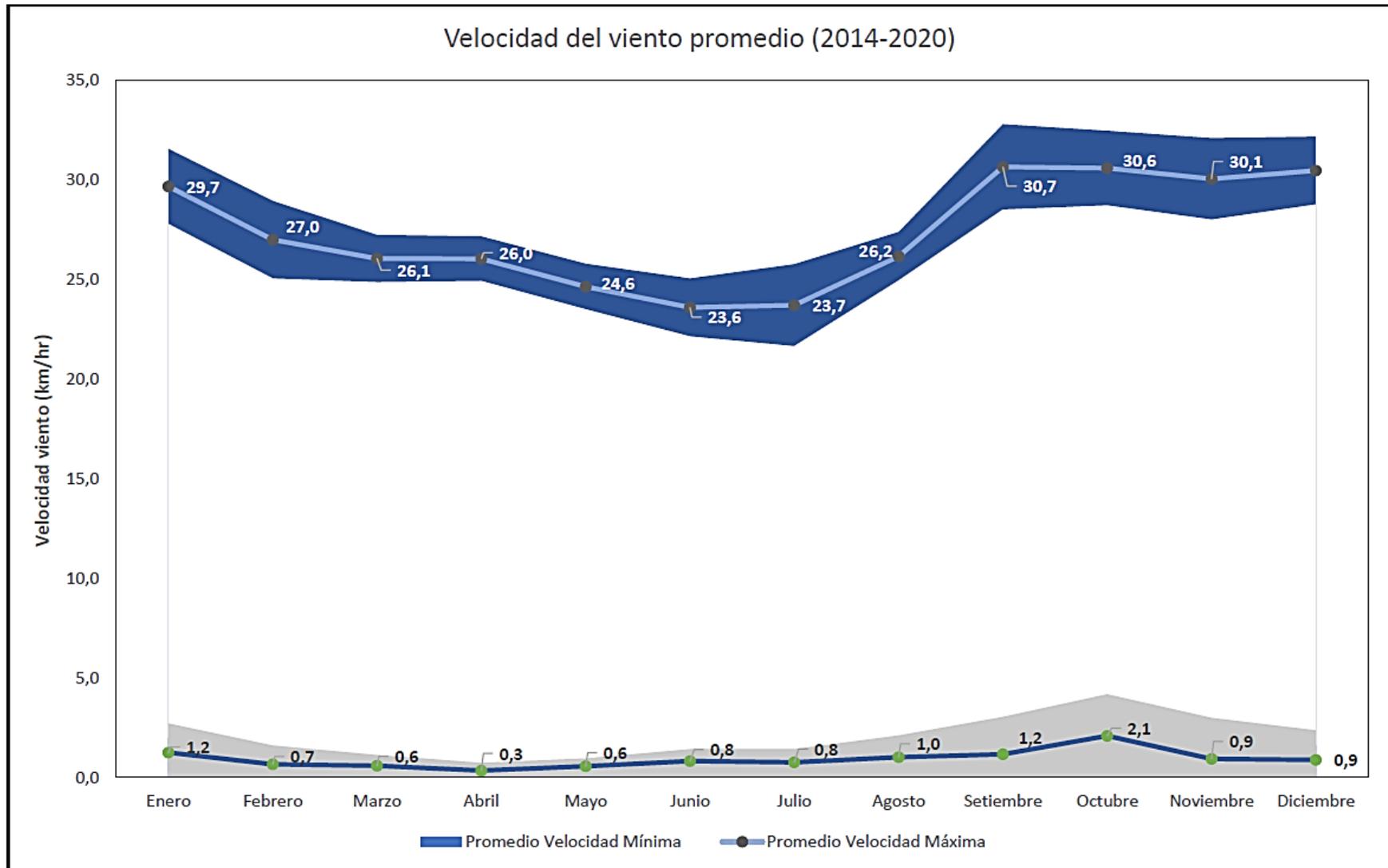


Figura 5: Velocidad del viento promedio en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque

4.2.2 Vegetación

La vegetación típica es una asociación compuesta de muchos arbustos grandes y árboles pequeños dispersos y muchas veces en manchas. De estas especies las más comunes como el sapote (*Capparis angulata*), el algarrobo (*Prosopis juliflora*), el bichayo (*Capparis ovalifolia*), el cuncun (*Vailesia dichotoma*), el faique (*Acacia macrocantha*) y el overo (*Cordia rotundifolia*); tienen sistemas radiculares muy profundos y se abastecen todo el año del agua almacenada en el subsuelo, la cual no puede evaporarse de la superficie por la falta de capilaridad de la arena. Debajo de vegetación mayor hay una cubierta de hierbas anuales que se propagan por medio de semilla, las que se desarrollan rápidamente durante el periodo de lluvias y se secan después. Entre estas últimas, predominan numerosas gramíneas (*Antheophora hermaphroditica*, *Aristida adscensionis*, *Bouteloa aristidoides*, *Eragrostis cilianensis*, *Eriochloa peruviana*), y leguminosas (*Tephrosia purpurea*, *Stylosanthes psammophila*, *Desmodium* sp.), que tienen alto valor forrajero; y otras especies de euforbiáceas (*Euphorbia* sp.), malváceas (*Sida weberbaueri*), convolvuláceas (*Merremia pentaphylla*), solanáceas (*Cacabus multiflorus*, *Browallia* sp., *Solanum* sp.) y asteráceas (*Pectis* sp., *Verbesina* sp.). (Gobierno Regional Lambayeque, 2012).

4.2.3 Hidrología

El recurso hidrológico existente está conformado por aguas superficiales de origen pluvial, así como aguas subterráneas, y aguas de retorno o recuperación, del ciclo hidrológico local. Los ríos tienen un régimen hídrico variable; con una marcada estacionalidad en sus descargas, solo en la costa, el 60 % del volumen total anual se concentra en el período de febrero a marzo.

Los pozos tienen una profundidad promedio de 20 m y volúmenes de extracción varían entre 18 a 20 L/s, por razones hidrológicas favorables y de índole económica, la explotación del acuífero ha disminuido en un 35 %; sin embargo, en los últimos años se observa un incremento debido a que se está intensificando el cultivo de caña de azúcar y la ampliación de la frontera agrícola en nuevas áreas, especialmente de tierras eriazas que son aprovechadas por la presencia de agua subterránea, generando una retroalimentación en el sistema hídrico (Gobierno Regional Lambayeque, 2012).

4.2.4 Suelo

Los suelos de la zona costera hacia la zona de sierra del departamento de Lambayeque están caracterizados por desarrollarse en un clima árido cálido a semiárido templado cálido, bajo condiciones pluviométricas de baja o nula precipitación.

Clase textural arena franca a franco limosa, de color pardo muy pálido en seco, granular fino sin estructura, consistencia suave, permeabilidad rápida, contenido de materia orgánica bajo (0,07

%). El pH que varía entre 6,8 y 7,4; libres de calcáreo, CE de 0,28 dS/m (muy ligeramentesalino) y PSI de 4,17 %. (Estudio de suelos con fines de zonificación ecológica económica, 2012).

4.3 Preparación de terreno

4.3.1 Eliminación de vegetación

Es una labor para eliminar la vegetación de campos que se van a incorporar al cultivo sean terrenos nuevos, vírgenes o también terrenos que, por haber permanecido sin cultivos, durante varios años, se han cubierto de vegetación natural. Para esta labor se usan técnicas, equipos y personal de campo según el tipo de vegetación. La naturaleza de la vegetación natural es influenciada por factores climáticos y de suelo. Así tenemos, por ejemplo, que en clima seco y suelo arenoso de costa norte del Perú predominan plantas espontáneas como: algarrobo, zapote, chilco, faique, álamo, etc.

Se retira vegetación arbustiva con una retroexcavadora y se va juntando para su posterior quemado y limpieza (Figura 6 y 7).



Figura 6: Vegetación existente en el fundo



Figura 7: Acopio y agrupación de vegetación extraída con retroexcavadora

4.3.2 Nivelación gruesa (nivelación de terreno)

La nivelación de suelos agrícolas es una forma de acondicionamiento físico que consiste en la remoción de suelo de las partes altas y depósito en las bajas, a fin de dejar una superficie plana, que se ajuste hasta donde sea posible a las pendientes naturales del terreno, y que facilite las labores agrícolas. Es una labor muy importante ya que el objetivo es eliminar el microrrelieve logrando así un riego uniforme a lo largo de toda la superficie cuando se haga la instalación del sistema hidráulico. Se considera máximo una pendiente del 10 %. Esta actividad se realiza con maquinaria agrícola Caterpillar® oruga D8, tal como se muestra en la Figura 8.



Figura 8: Nivelación gruesa con maquinaria pesada Caterpillar oruga D8

4.3.3 Nivelación fina

La segunda etapa, la nivelación fina, es la preparación final de la superficie para dejarla lista para la colocación e instalación de tuberías del sistema hidráulico de riego. Es la eliminación de las “venas” que quedaron después de la nivelación gruesa realizada por las máquinas Caterpillar oruga D8. Se realiza con el implemento agrícola llamada niveladora con accionamiento hidráulico (rufa), cuya función es nivelar y dejar en óptimas condiciones el campo para las siguientes labores (Figura 9 y 10).



Figura 9: Implemento agrícola rufa realizando la nivelación



Figura 10: Campo terminado y en óptimas condiciones para la siguiente actividad

4.3.4 Instalación del sistema hidráulico

El sistema de riego utilizado es el riego presurizado y localizado de alta frecuencia por goteo, un sistema de riego cerrado, que mediante el uso de la presión y localización garantizan la mayor eficiencia del uso del agua y fertilizantes en el campo.

Las ventajas de este sistema de riego son:

- Ahorro en el manejo del agua con una alta uniformidad de riego y una eficiencia de aplicación de hasta el 95 %, debido a que la aplicación se realiza por emisores con igual caudal y ubicados a distancias regulares es posible la entrega de agua con muy buen grado de uniformidad, inclusive en terrenos con topografía irregular.
- Permite la fertilización localizada (fertirriego)
- Menor presencia de malezas, contribuye a facilitar su control al humedecer el suelo en forma localizada, ya que el agua se entrega directamente al lado de las plantas y a lo largo de la hilera del cultivo.
- Ahorro en mano de obra, el sistema permite disminuir la mano de obra involucrada. Un solo operador de riego puede manejar entre 80 a 100 ha.
- Incremento en el rendimiento en cantidad y calidad de frutos, al tener mejor satisfechas las necesidades hídricas y nutritivas en todo momento y a lo largo de la temporada.
- Ahorro en el manejo de agua, la cantidad de agua que se aplica se ajusta en cantidad y oportunidad a la evapotranspiración del cultivo.

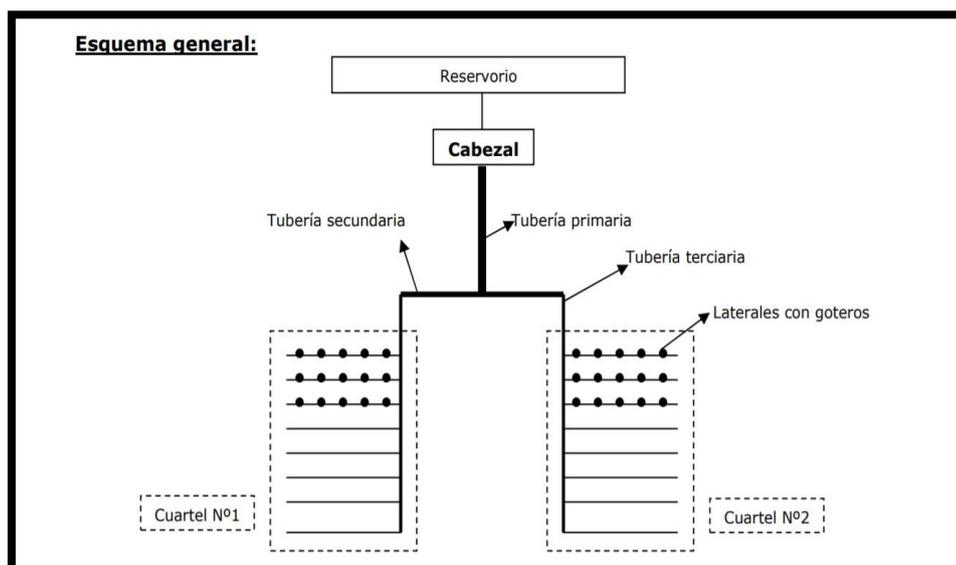


Figura 11: Esquema del diseño del sistema de riego y sus componentes

Diseño agronómico

A continuación, se brindan detalles básicos, que se tomaron en cuenta a la hora del diseño del sistema de riego presurizado por goteo, como una guía orientadora para la toma de decisión:

- Se inició por un estudio de las características del suelo a regar (textura, profundidad, niveles salinos, Anexo 8), del recurso hídrico disponible (caudal y calidad de agua, Anexo 3) y del cultivo a regar (marco de plantación, profundidad de raíces, necesidad de riego).
- La distancia entre surcos es de 7 metros y entre plantas es de 3 metros.
- Para el palto se diseñó el sistema para entregar una lámina de reposición máxima de 6mm/día.
- Se diseñó el sistema con doble lateral de riego, por cada hilera de plantas de palto, colocandolos laterales distanciados a 60 cm entre sí.
- Los laterales de riego de 16 mm de diámetro (manguera) y un espesor de 0,5 mm. La distancia entre goteros a 0,5 metros autocompensados y el caudal de 2 litros/hora.
- Tener presente en el diseño la instalación del equipo para fertirriego: tanque de almacenaje de fertilizantes y venturi o bomba dosificadora.



Figura 12: Recepción y ordenamiento de tuberías a utilizar en la instalación

En la Figura 12 se muestra la forma adecuada de la recepción de la tubería. Luego se procede a su distribución y a la realización de la zanja con maquinaria agrícola excavadora (Figura 13). Esta instalación y excavación se debe de realizar en paralelo para evitar la caída de la arena mientras se realiza la zanja y disminuya la profundidad a la que debe ir la tubería que es a 1,0 metro para la tubería principal o matriz y a 0,6 metros para las tuberías secundarias (Figura 14).

Lo ideal es remojar la arena antes de realizar la excavación, ya que así se puede evitar la caída de la arena facilitando la instalación de la tubería, pero en este caso, aún no se contaba con el suministro de agua.



Figura 13: Excavadora realizando la zanja.



Figura 14: Instalación de la tubería de PVC en la zanja realizada por la excavadora.

Ubicación e instalación del sistema de filtrado. Construcción de la losa de concreto para el anclaje de los elementos y la conexión de las unidades de filtraje, elementos de tuberías y empalmes, paneles de control de bombas, automatización, equipos de fertilización, válvulas de control de presión y caudal, medidores de agua (Figura 15). Cada losa de filtrado está diseñada para regar 300 ha de cultivo de palto.



Figura 15: Losa de filtrado

Luego de terminada la instalación de la tubería se procede a realizar un lavado general. Es el lavado de todas las líneas (matriz, secundaria, distribuidoras y laterales), de los filtros, válvulas y bomba, se deben abrir las salidas o puntos de purga. Se debe verificar que todas las válvulas abran correctamente y el retrolavado de los filtros.

Poner en operación todo el sistema de riego de acuerdo con los cálculos de diseño realizados y verificar los dispositivos de automatización, el sistema de fertilización, el sistema de retrolavado, el plan de riego secuencial y salidas de control. Además de verificar la presión en la salida de los arcos de válvula y en los extremos de los laterales.

4.3.5 Incorporación de materia orgánica

La materia orgánica recomendable es el estiércol de ganado vacuno compostado, ya que se produce en mayor cantidad, da consistencia firme a la arena franca, además es el que obra por más tiempo y con más uniformidad (Figura 16). La duración en el suelo depende principalmente del género de alimento dado al ganado que lo produce. La conductividad eléctrica del estiércol de ganado vacuno compostado es de 6,7 dS/m y en mezcla con la arena al incorporarlo puede llegar hasta 0,56 dS/m, resultado que no afecta al cultivo del palto.



Figura 16: Recepción de la materia orgánica

Para la incorporación de la materia orgánica se realiza en primer lugar un marcado del surco con implemento agrícola llamado surcador rígido regulable (chatín) en forma de V el cual hace el surcado al centro de la hilera donde irá colocada la planta de palto. La profundidad de surcado es de 0,4 metros y la materia orgánica fue aplicada en el fondo del surco, tal como se muestra en las Figuras 17 y 18.



Figura 17: Implemento agrícola “Chatín” surcando

La distribución de la materia orgánica se realiza con implementos agrícolas llamadas guaneadoras (Figura 18). Estas máquinas esparcidoras de abono orgánico (estiércol) de alto rendimiento, son arrastradas y accionadas por medio del sistema hidráulico del tractor, y permiten dosificar perfectamente el producto distribuido. Para el cultivo del palto se aplicaron 40t/ha, las cuales en experiencias anteriores dieron buenos resultados. El control para que la cantidad de material orgánico se aplique según lo establecido, es que se regulan y se calibra el implemento constantemente. Para su calibración se usa un plástico de 2 metros de longitud en el suelo y luego se pesa todo el material retenido al pasar la máquina guaneadora. Es en forma aleatoria para llevar el control y verificar que se esté aplicando la cantidad programada.

Para mezclar la materia orgánica con la arena se emplea un implemento agrícola grada de discos, compuesto con un conjunto de discos de rotación libre que penetran en el suelo rompiendo los terrones de materia orgánica, y en su giro vuelcan el suelo mezclando y desmenuzando la materia orgánica con el suelo. Luego de realizar tres pasadas con la grada, la materia orgánica se incorpora a una profundidad de 0,25 metros de manera uniforme.



Figura 18: Aplicación de la materia orgánica con las máquinas guaneadoras

4.3.6 Subsolado

Actividad importante, se realiza con un implemento agrícola llamado subsolador (ripper) utilizado para trabajar el suelo más profundamente debido a la necesidad de romper capas endurecidas para que las raíces del palto puedan profundizar, aspecto importante para un buen desarrollo de la planta. El implemento agrícola ripper, tiene 5 puntas de 0,9 metros de longitud y entre puntas 0,7 metros (Figura 19). Se realiza el trabajo sólo en la línea de plantación haciendo dos pasadas, asegurando que las puntas profundicen al menos hasta 0,8 metros. En la primera pasada la punta central del ripper coincide exactamente con la ubicación donde irá ubicada la planta y la segunda pasada se realiza a 35 cm de distancia de la primera pasada. Para realizar este trabajo se debe contar con un tractor con una potencia de 450 HP.



Figura 19: Tractor con subsolador ripper

4.3.7 Armado de camellones

El armado de camellones es la actividad por el cual se forma una elevación continua de tierra bien triturada, rectos y de forma plana. Es la última actividad de la preparación del suelo quedando el terreno en óptimas condiciones para el siguiente proceso.

Los camellones se realizan para facilitar el drenaje, evitar la erosión eólica del suelo y facilitar la colocación de las mangueras de riego en una superficie plana. Al contar con camellones al momento del riego permite que éste sea más homogéneo y uniforme.

Para su realización se utiliza el arado de discos de 3 a 5 discos y un tractor de 100 HP de potencia como mínimo para poder mover el suelo (Figura 21). Al final se realiza una pasada con una pala en la calle entre camellón para nivelar el suelo. Las dimensiones del camellón son 2.6 metros de ancho y 0.25 metros de altura, así como se muestra en la Figura 20, de tal manera que la mayor concentración de la materia orgánica incorporada queda en los 0,4 metros de profundidad.

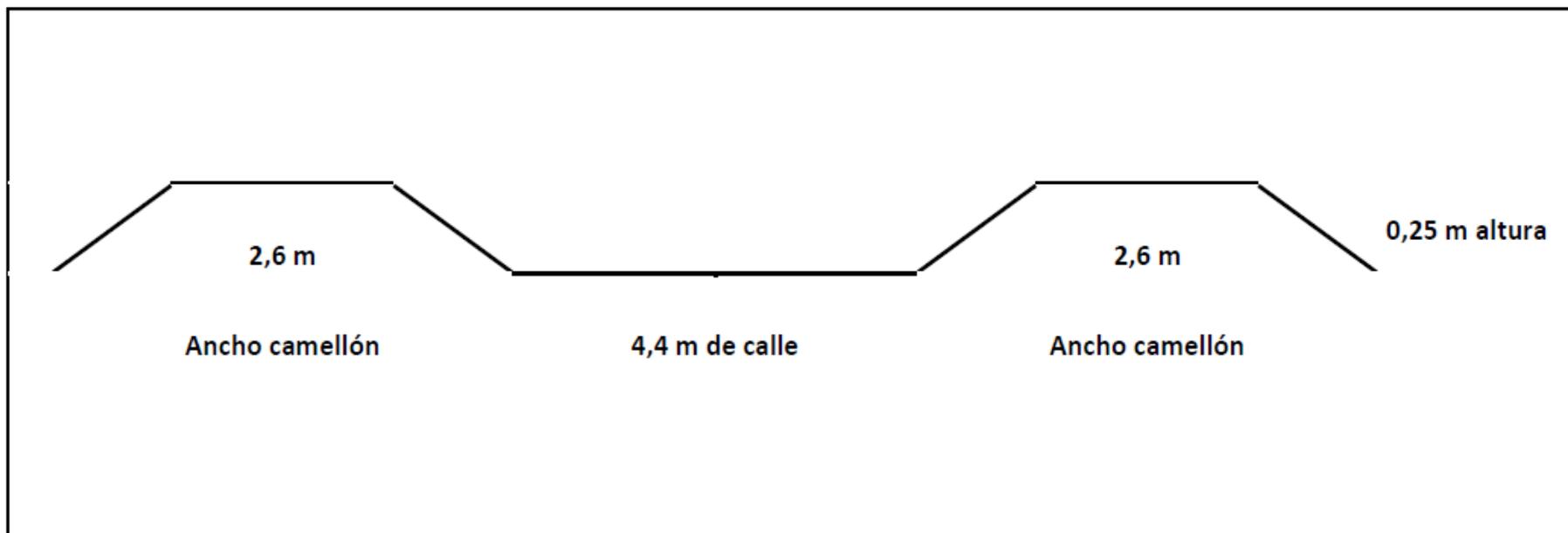


Figura 20: Esquema del armado de camellones con sus respectivas dimensiones

Se realiza una sola pasada con el arado de discos y generalmente se coloca un tubo de fierro para la función del planchado del camellón (Figura 21). Luego en las calles entre surcos se hace un pasado de lampón para nivelar.



Figura 21: Armado de camellón

4.3.8 Instalación de cortinas rompeviento

El palto es susceptible a vientos fuertes, tanto desecantes como fríos, que inhiben la polinización y la fructificación causando fuertes daños y caída de ramas, flores y frutos; además produce lesiones por rozamiento entre frutos y ramas. Los vientos secos lastiman el estigma y dificultan el vuelo de los agentes polinizadores, además deshidratan y provocan aborto de los frutos pequeños. El terreno destinado al cultivo debe contar con buena protección natural contra el viento o en su ausencia, establecer una barrera cortavientos preferentemente un año antes del establecimiento de la plantación (Lemus, G., Ferreyra, R., Gil, P., Maldonado, P., Toledo, C., & Barrera, C. 2005).

Se deben utilizar plantas de crecimiento denso que en corto tiempo formen un obstáculo al viento. Se utilizó con éxito el pasto elefante King Grass y aún hoy en día es una gramínea perenne muy utilizada. El King Grass tiene crecimiento erecto de sus macollos y alcanza alturas de hasta 5 m, sus tallos tienen diámetro de 1.4 – 2.4 cm. Se recepciona el material vegetal y se coloca en sacos para su distribución en campo.



Figura 22: Corte y recepción de cañas de King Grass para la siembra.

El King Grass se siembra en surcos paralelos a las hileras del palto, con un implemento agrícola llamado Chatín (visto anteriormente), se hace una zanja de una profundidad de 0.2 m. Las cañas previamente cortadas se colocarán en esta zanja formando una cadena (Figura 23). Luego se procederá a tapar la zanja y colocar la manguera de riego para remojar el suelo.

Para nuestro caso, se sembró una hilera de King Grass por cada hilera de palto, para contrarrestar el efecto del viento en el primer año de crecimiento del cultivo de palto. Más adelante se explicará el mantenimiento de las cortinas de King Grass y su posterior eliminación progresivamente.



Figura 23: Siembra del King Grass.

En el fundo Inagro se sembró una hilera de King Grass por cada hilera de palto, esto ayudó a reducir significativamente el efecto del viento. El pasto elefante en crecimiento, llega a una altura de 3 m aproximadamente en cuatro meses después de la siembra. Es muy importante hacerla siembra con anticipación a la plantación del palto, de forma tal que el King Grass cumpla su función de evitar que el viento pegue directamente con el palto, la cual es perjudicial para su crecimiento, ya que provoca lesiones en las hojas tiernas y retarda los crecimientos y el brote vegetativo.



Figura 24: King Grass y su crecimiento.

4.4 Plantación

4.4.1 Estacado para la siembra

Actividad de acuerdo con la densidad de plantación, en el caso de los paltos se estableció la longitud entre surcos de 7 m y la longitud entre plantas de 3 m, con 476 plantas por hectárea. Para esta actividad, el topógrafo deja estacas base cada 56 metros.

Estacado horizontal: se colocan estacas de maderas alineadas a una distancia de 7 metros entre ellas. Estas estacas marcan el inicio del surco, así como el final. Para esta actividad se utiliza un cable o alambre de 60 metros de longitud con unas marcas cada 7 metros.

Estacado vertical: con un cable o alambre de 120 metros de longitud se alinea con las estacas colocadas en el estacado horizontal que da al centro del surco o camellón. Para esta actividad el cable o alambre debe estar marcado cada 3 metros en las cuales irán las plantas en el momento de siembra. Un operario va marcando en el surco con una estaca los puntos cada 3 metros para la siguiente actividad que es el hoyado tal como se muestra en la Figura 25.



Figura 25: Estacado vertical.

4.4.2 Hoyado e incorporación de enmienda

El hoyado se realiza con una palana con las siguientes dimensiones: 40 cm x 40 cm a una profundidad de 30 cm. Luego se procedió a aplicar humus a 4 kg por hoyo además de 40 g de *Trichoderma* sp y 200 g de fosfato diamónico. Luego se hará una mezcla homogénea con la arena que salió al realizar el hoyo. La conductividad eléctrica del humus utilizado para la siembra fue de 2,3 dS/m.

4.4.3 Selección y transporte de plantas

Los portainjertos se propagaron en vivero propio, en donde se seleccionaron las mejores plantas, las cuales deben tener las siguientes características: tallo erecto, diámetro de 5 a 7 mm, altura de planta de 25 a 40 cm, hojas de color verde, sanas, sin daños mecánicos ni presencia de plagas (Figura 26).

El sustrato utilizado para el vivero fue arena del mismo fundo en bolsas de polietileno de color negro, perforadas en los laterales y en el fondo. El tamaño de la bolsa es de 8 x 17 pulgadas.

Para el traslado de los portainjertos se usaron camiones de capacidad de carga de 1560 kg, en el cual se transportaba 120 plantas por cada viaje que realizaba desde el vivero. Se utilizaron este tipo de transporte por su facilidad y rapidez para ingresar hilera por hilera en el lote de plantación.

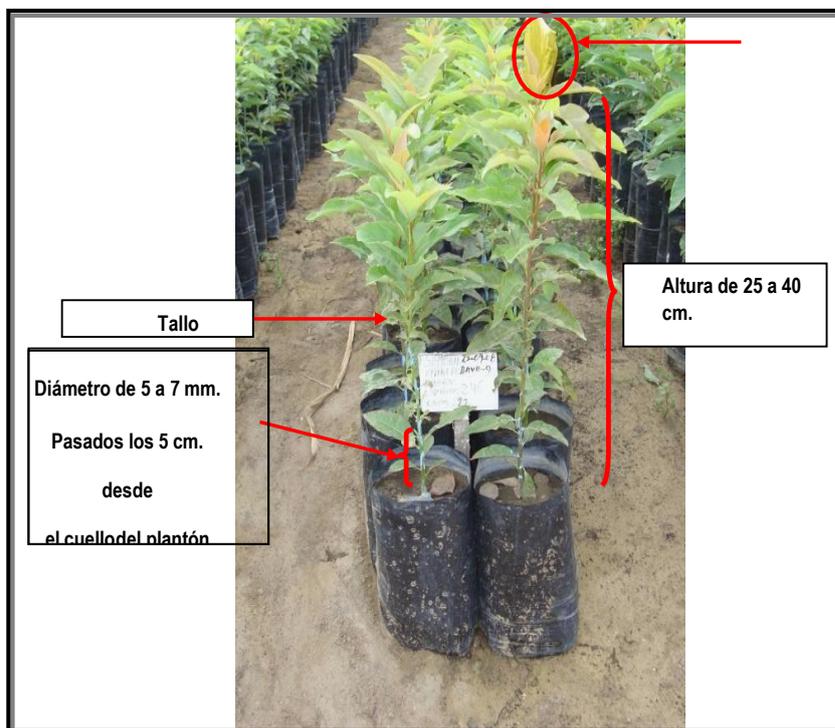


Figura 26: Características de las plantas a seleccionar para la siembra.

4.4.4 Distribución de plántones y corte de raíces

Se distribuyen los portainjertos a lo largo del surco en forma ordenada para luego con una cuchilla previamente desinfectada en hipoclorito de sodio al 10 % (1 litro de agua a 2 ml de hipoclorito de sodio a 10 % haciendo una concentración de 100 ppm) realizar un corte a 2-3 cm de la base de la bolsa, con la finalidad de cortar las raíces que llegaron a la base y se enroscaron entre ellas sobre todo si la raíz principal hizo cola de chanco (Figuras 27). Esta actividad es vital para la vida del palto, ya que si no se hace esta actividad en la siembra la planta a los dos años muestra amarillamientos en hojas, se quedan pequeñas y en algunos casos no prosperan y mueren.



Figura 27: Distribución de plántones de palto en el surco

4.4.5 Desinfección de raíces

Al cortarse las raíces, quedan heridas expuestas las cuales son un riesgo para la entrada de patógenos que pueden causar daño, por eso se recomienda la desinfección después de cortar la bolsa, donde se sumerge al portainjerto en una solución de 400 g de Homai (Thiophanate – Methyl 50 % + Thiram 30 %) en 200 litros de agua. Esta solución alcanza para desinfectar 800 plantas, luego se debe de realizar otro preparado. La forma de realizar esta actividad se muestra en la Figura 28.



Figura 28: Desinfección de plantones de palto

4.4.6 Alineado de portainjertos

Con el uso de un cordel de 120 metros marcados cada 3 metros donde irá cada planta se alinean 32 plantas por surco. Dos operarios colocan el cable graduado a la distancia entre plantas en la hilera a sembrar. El primer alineador se ubica en el inicio de la hilera, coloca el cable graduado sobre la estaca guía mientras el segundo operario se coloca en la siguiente estaca guía al final de la hilera (Figura 29). Una vez alineados los plantones se cubren con la mezcla del sustrato, en esta actividad es importante apisonar para que no queden bolsas de aire dentro del suelo. Con una palana se incorpora la tierra en el hoyo donde se colocó el portainjerto, procurando evitar que este se desalinee, se coloca la mezcla con una palana a cada lado para evitar que el plantón se mueva a cualquier costado hasta rellenar el hoyo.

Con los pies se ejerce presión a los bordes del hoyo para compactar el suelo, tratando de no pisar sobre el sustrato con el que se viene el plantón. Esta actividad se realiza pisando con ambos pies para no desalinear los plantones.

Se alinean las dos mangueras de riego, se colocan a 10 cm de la planta. Luego se colocan las cortinas de nylon individuales como se muestra en la Figura 30 (si en caso el King Grass no llegaba la altura de dos metros como mínimo) (Figura 30) y colocación del mulch que ayuda a bajar la temperatura del suelo para el mejor crecimiento de raíces y conservación de la humedad como se muestra en la Figura 31.



Figura 29: Alineación y siembra de los plántones



Figura 30: Colocación de cortinas individuales



Figura 31: Colocación de cobertura vegetal mulch



Figura 32: Siembra terminada del cultivo de palto

En la Tabla 6 se muestra la relación de todas las actividades que se realizan en la siembra, cada una con su respectivo avance (ratio) que es un indicador en jornales por hectárea. Para sembrar 10 hectáreas de palto al día es necesario contar con 80 personas distribuidas en cada actividad como indica la Tabla en mención.

Tabla 6: Labores de siembra con su respectivo avance.

Labores de Siembra	N° Jornales / día	Avance (Jr/ha)
Transporte de plántones	1	1,0
	0	
Transporte de humus	3	0,3
Pintado de tallos	3	0,3
Marcado de hoyos	6	0,6
Hoyado	1	1,2
	2	
Distribución de humus	5	0,5
Vaciado de humus	5	0,5
Mezclado de humus	6	0,6
Distribución de plántones	5	0,5
Corte de bolsas	3	0,3
Desinfección de plántones	3	0,3
Trasplante de plántones	1	1,0
	0	
Tapado de plántones	4	0,4
Planchado de camellón	3	0,3
Alineado de mangueras	2	0,2
	80	8

4.5 Manejo de cortinas vivas

4.5.1 Sistematización de cortinas vivas

Uno de los principales problemas en la irrigación de Olmos es el viento para la siembra del cultivo del palto, alcanzando en casos excepcionales hasta 60 km/h de velocidad. Estos fuertes vientos hacían complicados hasta la siembra del mismo King Grass y su crecimiento, por tal motivo se probaron varias formas de sistematización de cortinas para disminuir la velocidad del viento, e incluso se sembró también maíz entre los surcos para poder ayudar a las plantas de palto en su crecimiento.

El viento afecta el crecimiento de los árboles de palto en las primeras etapas, produce doblamiento del tallo principal, problemas en la conducción, deformación estructural. También genera daños mecánicos en las hojas (Figura 33), y frutos, caída de flores y frutos recién cuajados y frutos desarrollados. Provoca aumento en la demanda hídrica de las plantas, y dificulta el vuelo de las abejas lo cual afecta la polinización.

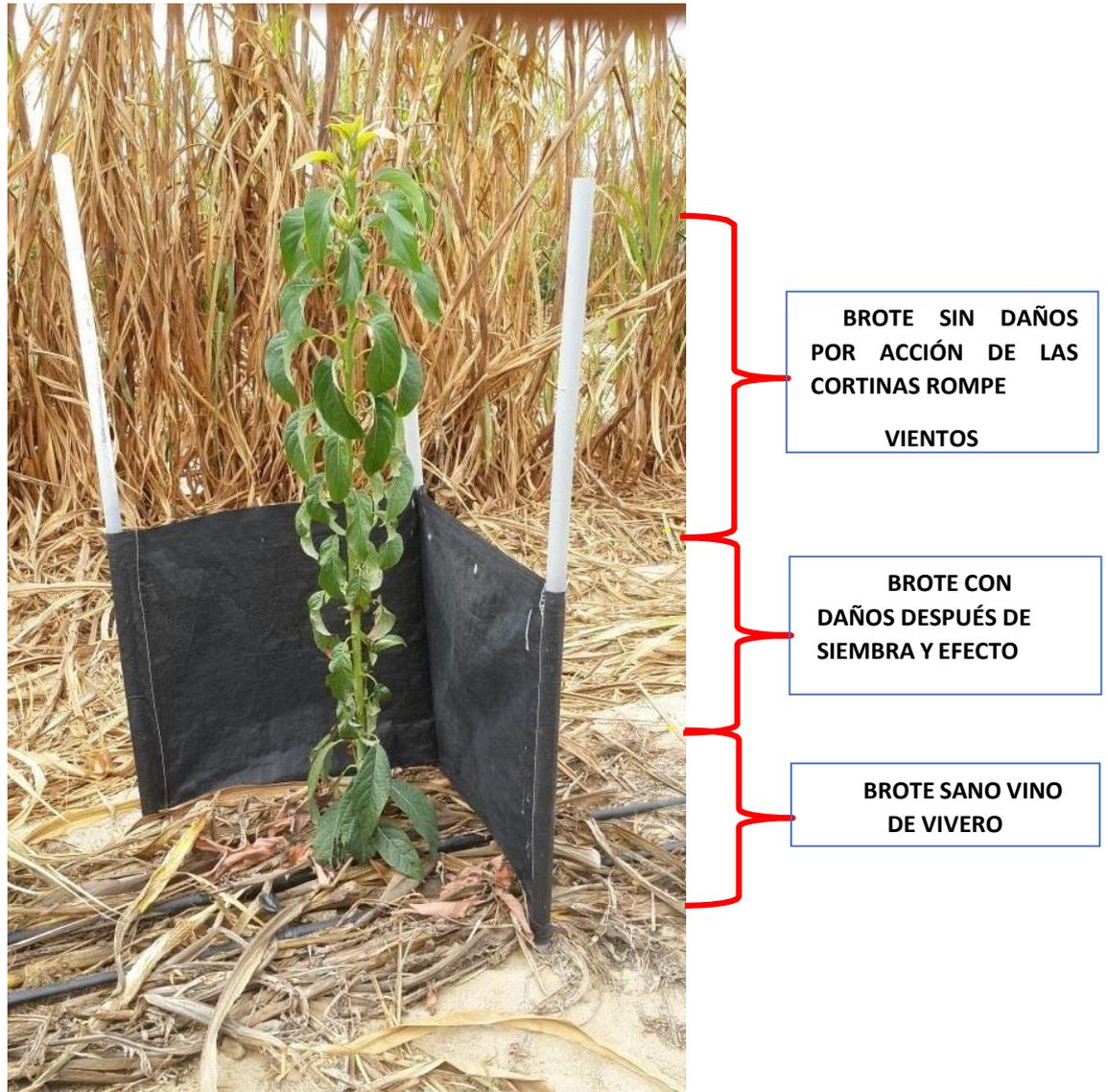


Figura 33: Daños causados por el viento

Otros daños se presentan en las mangueras de riego (Figura 34). El viento empieza a enterrar las mangueras de riego que quedan por debajo del suelo produciendo obturaciones en los goteros de riego, lo que afecta la uniformidad tanto del riego como de la fertilización, y en los peores casos se tapan hasta el 30 % de goteros produciendo mortandad de plantas de palto en esta etapa.



Figura 34: Mangueras enterradas por efecto del viento

Como se muestra en la Figura 35, se sembró en un inicio un surco de King Grass por cada hilera de palto (100 %), cabe mencionar que en la región de La Libertad – Trujillo se siembra un surco de King Grass cada ocho hileras de palto. Este sistema de siembra de cortinas rompeviento ayudó a reducir hasta en un 30 % la velocidad del viento.



Figura 35: Siembra de King Grass al 100%, un surco de cortina por cada hilera de plantas de palto.

En la Figura 36 y 37 se ve la asociación que también se probó con el maíz, el cual va en las hileras entre cada planta. Se debe de tener cuidado para que no exista mucha competencia entre el cultivo principal y el maíz, y antes de su floración cortarlo y usarlo como mulch. Generalmente se siembran 15 plantas de maíz entre plantas de palto, y se van eliminando las que están más cerca del palto para evitar su competencia por agua y nutrientes. A los 45 días de haber germinado el maíz ya se debe empezar a contarlos y colocarlos como cobertura vegetal.



Figura 36: Asociación del King Grass con el maíz



Figura 37: Siembra de maíz entre planta para controlar el viento

4.5.2 Eliminación de cortinas de King Grass

Una vez el King Grass llega a su madurez y a una altura de 3 m, se convierte en un gran problema, ya que sus raíces son muy superficiales y llegan hasta el surco del palto y compiten por agua y nutrientes, además al llegar a esa altura compiten por luz con las plantas de palto. Se procedió a eliminar el 50 % de las cortinas vivas en una primera etapa, al año de haberse sembrado y luego en una segunda etapa se eliminó un 50 % más de cortinas vivas de las que quedaron. Esta segunda etapa de eliminación se realizó a los dos años de haberse sembrado el King Grass. Así se llegó a tener cada cuatro hileras de palto un surco de King Grass. Para eliminar esta cortina viva se utilizó un implemento agrícola que pica en trozos el King Grass, y luego todo ese material vegetativo se utilizaban para colocarlo como mulch en las hileras del palto (Figura 38).



Figura 38: Picado y eliminación del King Grass

Otra forma de controlar el King Grass y evitar su excesivo crecimiento es la poda con el implemento agrícola en forma intercalada, es decir podar la mitad de las hileras (50 %). Así al crecer nuevamente la cortina que se cortó y picó, procedíamos a podar la otra hilera y así siempre teníamos cortinas jóvenes no muy frondosas y generamos mulch para el palto (Figura 39).



Figura 39: Poda de hilera de cortina de King Grass al 50%

4.6 Injerto

El tipo de injerto realizado en el fundo fue el lateral, basado en experiencias de fundos de la irrigación Chavimochic, en donde se evaluaron dos tipos de injertos: injerto lateral e injerto inglés o apical. Los mejores resultados fueron los injertos laterales con 92 % de prendimiento a comparación del injerto inglés con un 75 % de prendimiento. El injerto lateral tiene las siguientes ventajas:

- Alto porcentaje de prendimiento, mayor a 90%.
- Menos estrés para la planta, ya que la herida no es profunda.
- Facilidad para realizarlo.

Se recomienda realizar el injerto cuando el tallo del patrón tenga alrededor de 14 mm de diámetro y a una altura de 0,4 metros; lo que normalmente se alcanza cuatro meses después de la plantación en condiciones de Olmos. En este caso, las plantas se sembraron en octubre y el injerto se realizó en febrero del siguiente año.

La yema de la ‘Hass’ debe provenir del brote terminal maduro de las ramillas que tengan un diámetro similar al patrón, ubicada en la parte externa, en el tercio superior de la “planta yemera”, debido a que están expuestas a la luz solar, que les permite tener turgencia y resistir a los rayos solares cuando son injertadas (Figura 40). La longitud de las yemas debe ser de 10 a 15 cm, tener yemas hinchadas y el cambium sin tejido corchoso (Figura 41). El porcentaje de prendimiento obtenido en el fundo con el injerto lateral fue del 98 %.



Figura 40: Planta seleccionada para sacar yemas para el injerto.



Figura 41: Características de la yema para el injerto

El injerto lateral consiste en retirar una pequeña parte de la corteza en el tallo del patrón, así como de la yema, de tal manera que el cambium de ambas quede en contacto. Se realiza un corte de arriba hacia abajo de 4 cm de longitud en forma de lengüeta, entre los nudos del tallo del patrón, procurando no profundizar demasiado en el leño y que el corte se ubique en contra de dirección del viento como se muestra en la Figura 42. La altura a la que se realiza el injerto es de 40 cm.

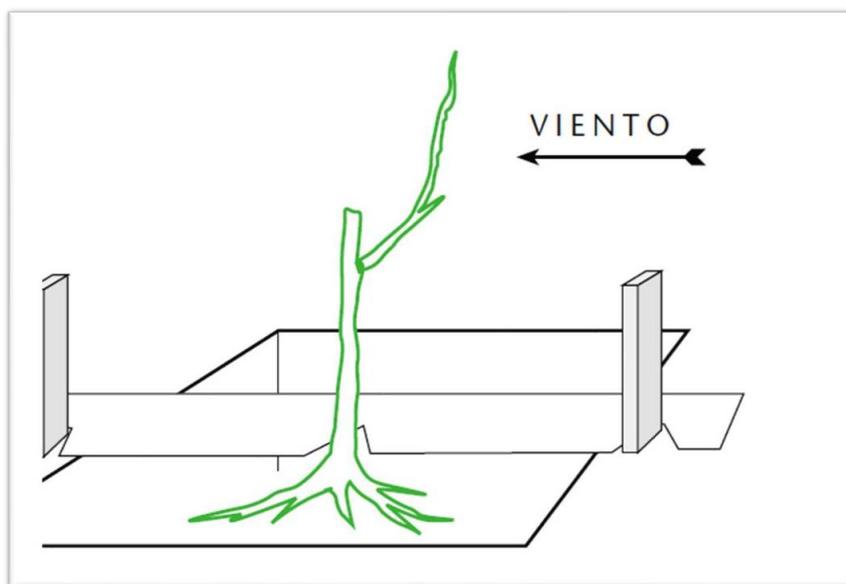


Figura 42: Ubicación del injerto.

Con la cuchilla de injertar el operario realiza dos cortes longitudinales opuestos de 4 cm, procurando que las caras de los cortes sean del mismo tamaño que el corte realizado en el patrón, quedando de 8 cm de tamaño aproximadamente, con 3 o 4 yemas en la parte superior (Figuras 43, 44 y 45).

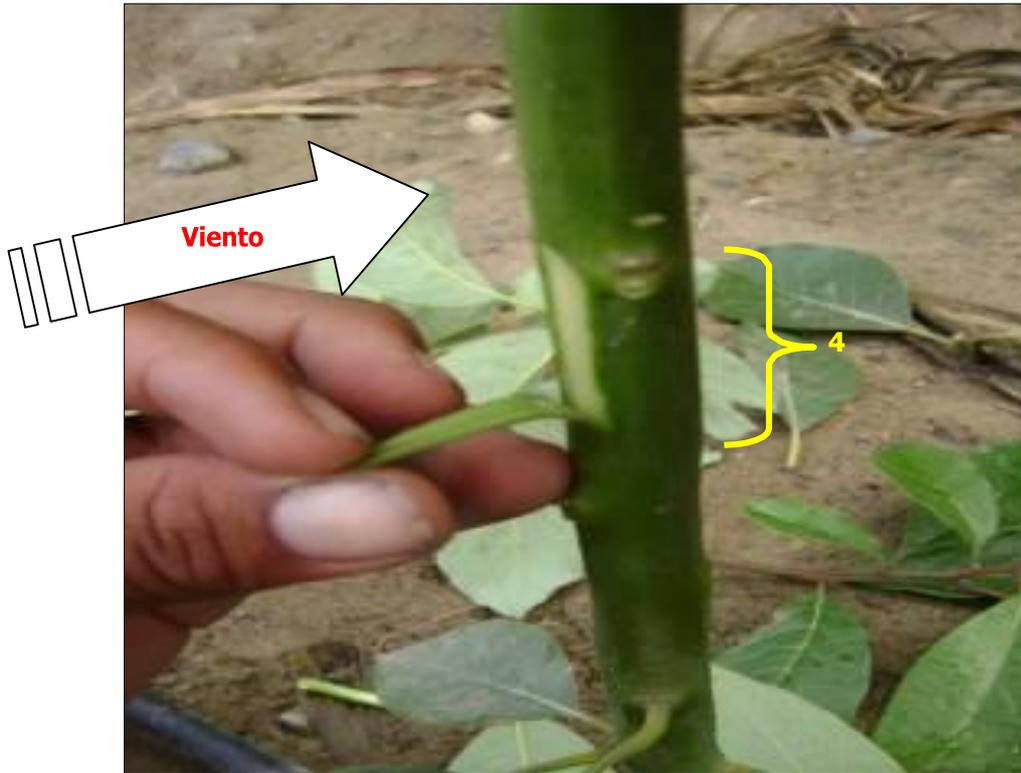


Figura 43: Corte longitudinal del tallo, aproximadamente 4 cm.



Figura 44: Cortes longitudinales opuestos de la yema a injertar

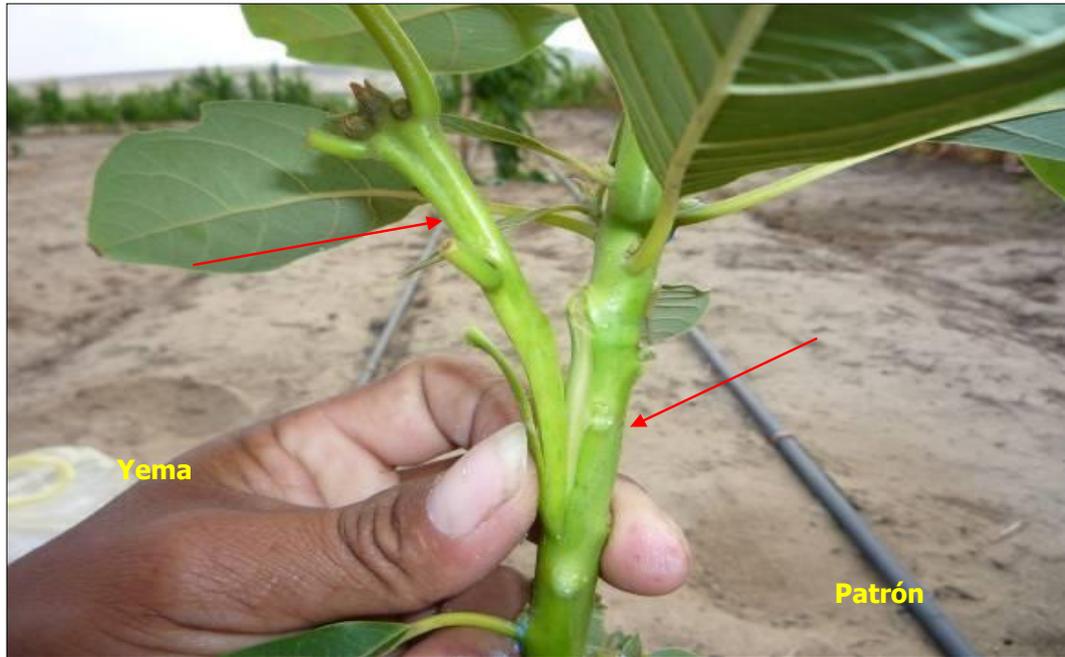


Figura 45: Colocación de la yema en el tallo de la planta

Se pasa una cinta plástica en el espacio entre la yema y el patrón en la parte superior del corte. Se realiza el nudo y el injerto se deja cubierto por un periodo de 45 a 60 días, para luego aflojar la mica plástica y así evitar estrangulamiento tal como se muestra en la Figura 46. Es importante hacer el nudo de la mica entre la yema y el patrón, para así evitar posibles ingresos de agua cuando se produzca una lluvia para evitar mortandad de las yemas.

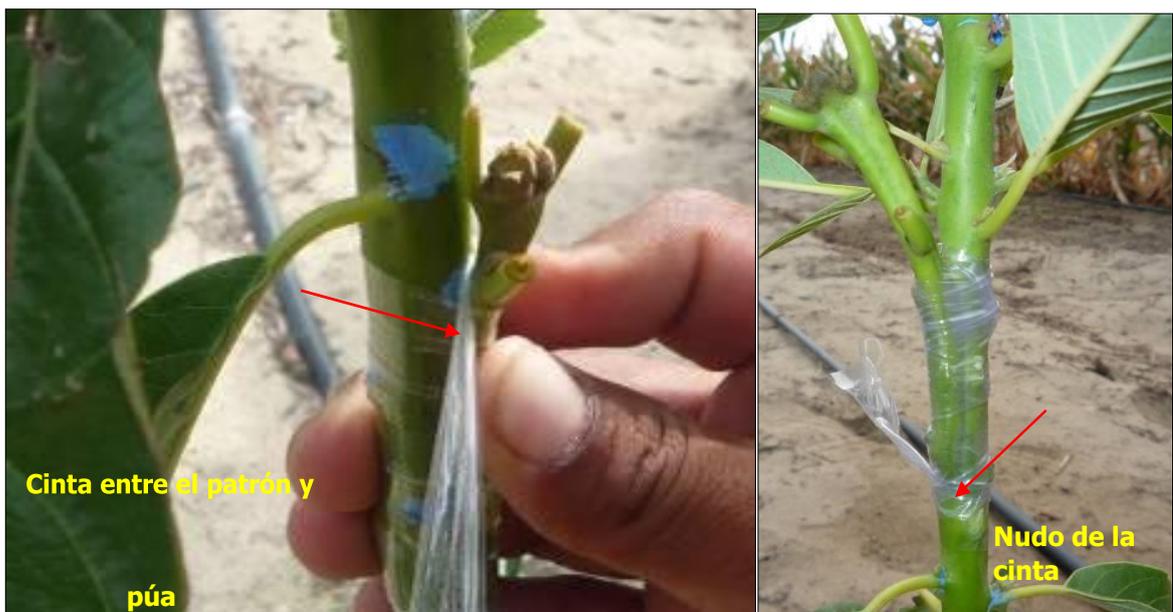


Figura 46: Colocación de la mica en el injerto

4.6.1 Mantenimiento del injerto

Según evaluaciones realizadas en campo, en promedio las yemas injertadas brotan a los 21 días, bajo las condiciones climáticas de Olmos, y empiezan a desarrollarse. El mantenimiento del injerto consiste en aflojar la cinta con la cual se injertó cada cierto tiempo, ya que, al no realizarlo, las yemas se estrangulan al crecer y desarrollarse. Así, a los 45 días se realiza el primer aflojado de cinta (Figura 47), luego a las 65 – 70 días el segundo aflojado (Figura 48) y por último a los 90 días de haber brotado se retira la cinta plástica. En esta etapa se aplicará Sanix® (pasta cicatrizante) en las zonas de unión de la yema y del tallo para evitar cualquier entrada de patógenos que puedan afectar la herida.



Figura 47: Primera aflojada de la cinta o mica a los 45 días del injerto



Figura 48: Segundo aflojado de la cinta o mica a los 65-70 días del injerto

En algunos casos, el desarrollo y crecimiento del injerto es desuniforme, es decir existen ramas que se desarrollan más rápido que otras y son más vigorosas (Figura 49), en ese caso se debe realizar los despuntes de ramas.



Figura 49: Ramas que crecen en forma desproporcional

El despunte se realiza en general eliminando el tercio superior de las ramas. Esta operación provoca la eliminación de la dominancia apical de la rama, con la consecuente brotación de dos acuatro yemas terminales, con lo cual se vuelve a recomponer una nueva dominancia a partir de las nuevas ramas del año. El objetivo es darle equilibrio al injerto y evitar que el peso de ramas más desarrolladas y con la ayuda de vientos fuertes, el injerto pueda quebrarse y termine de abrirse en la zona de unión entre el injerto y el tallo del patrón de la planta. La forma como debe quedar la planta después del despunte se muestra en la Figura 50, en ella también se muestra una planta destocada, actividad que se realiza cuando el diámetro del injerto supera al diámetro del tallo del patrón, se procede a eliminar la parte superior del tallo del patrón.

En esta etapa también es necesario pintar los tallos ya que se quedan sin hojas que puedan cubrirlas. El tallo en contacto directo con el sol se amarilla, quemando células de la epidermis. Con pintura blanca base (5 kg) en agua (2 litros) adicionando cola (0,5 kg) se realiza una mezcla para poder pintar los tallos.

4.6.2 Destoconado

El destoconado se realiza cuando el diámetro del injerto supera al diámetro del tallo. Con una tijera de podar cortar el tallo del patrón a la altura del injerto, retirando todo el material de tallo sobrante del patrón asegurando de esta manera un mejor desarrollo del injerto (Figura 50).



Figura 50: Planta despuntada y destoconada, copa del injerto en equilibrio

4.7 Formación de la planta

La poda de formación se realiza a partir de la plantación del árbol y durante su etapa juvenil, con el objetivo de lograr una estructura fuerte e ir dándole forma al árbol con el fin de ajustarse a un sistema de conducción determinado.

El tipo de sistema de conducción implementado fue el de la poda tipo vaso abierto, en donde se busca tener una estructura con 3 o 4 ramas sobre el tronco principal lo mejor distribuidas y a diferentes alturas para evitar desgajamientos con la carga de fruta y por los vientos fuertes que ocurren en Olmos (Figura 51). El objetivo es formar una planta que facilite la mayor entrada de luz al centro del árbol, lo que estimula el desarrollo de

brotos, flores y frutos en el interior del árbol, además de favorecer las labores de sanidad y en un futuro las labores de cosecha. Asimismo, con la poda se favorece la aireación para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades al evitar formar microclimas favorables para estos organismos.

En este tipo de poda de formación se deben elegir las ramas más vigorosas y fuertes y cuyo ángulo de inserción con la rama principal sea de 45° lo que facilita la mejor entrada de luz. Al dejar las cuatro ramas se debe de tratar que cada una esté orientada hacia un punto cardinal a diferentes alturas. Se debe eliminar la rama principal cortando el tercio superior, para así cortar la dominancia apical y fortalecer las ramas elegidas (Figura 52).



Figura 51: Elección de tres a cuatro ramas para la formación de la planta



Figura 52: Planta con tres brazos definidos después de haber sido despuntado

En algunas ocasiones se encontrarán injertos que tienen un crecimiento en un solo eje y no desarrollan ramas secundarias, como se muestran en la Figura 53. En este caso se realiza un corte en la rama principal a unos 65 cm de la base del injerto, eliminando así la dominancia apical, y dejando entre 3 a 4 ramas vigorosas y luego se debe proceder al destocoado si el diámetro del injerto superó al diámetro del tallo del patrón (Figura 54).



Figura 53: Crecimiento de injerto en un solo eje



Figura 54: Corte de la rama principal del injerto

En la Figura 55 se muestra una planta de un año de edad, la cual tiene ya definidos las tres o cuatro ramas vigorosas, una planta vigorosa y frondosa. El objetivo de este tipo de formación para la planta es que nos pueda asegurar una buena producción en la primera campaña de cosecha. En el anexo 6 se muestra la relación de todas las actividades y su frecuencia para el mantenimiento del cultivo por un año.



Figura 55: Planta de un año de edad

4.8 Elección de portainjertos o patrones

Los patrones elegidos para la plantación fueron ‘Zutano’, patrones antillanos y por último el patrón ‘Lula’, en un fundo de 600 ha. Los portainjertos se propagaron en vivero propio. La distribución es como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Distribución de patrones fundo Inagro

Patrón	Área (has)	%
‘Zutano’	215	36%
Antillanos	100	17%
‘Lula’	285	48%
	600	100%

Entre los patrones antillanos se sembraron el patrón Degania (87,5 ha) y el patrón Tzrifin (12,5 ha). La densidad de plantación es de 476 plantas por hectárea con un 4 % de porcentaje de polinizantes, en este caso se utilizó al ‘Fuerte’. Las semillas de antillanos y ‘Zutanos’ se obtuvieron de plantas madre del fundo Arato ubicado en la irrigación Chavimochic. Estas plantas madres se ubican en un lugar aislado de otras plantaciones de palto, garantizando la identificación y sanidad del material usado como patrón. Es importante señalar que las semillas obtenidas no provienen de la primera generación F1. Las semillas ‘Lula’ fueron importadas de EEUU siendo en este caso primera generación F1.

Las elecciones de los patrones se basaron en experiencias realizadas en la ciudad de Trujillo (La Libertad) en la irrigación Chavimochic, por su vigor, mayor crecimiento radicular y productividad, así como también a su menor alternancia (Anexo 2).

4.9 Crecimiento radicular

Según Whiley et al. (1988), los sistemas de raíces del palto son superficiales, relativamente ineficientes para la absorción de agua y susceptibles a pudrición de raíces por *Phytophthora cinnamomi*, además no forman pelos radiculares visibles. La absorción se realiza casi en su totalidad a través de los tejidos de los extremos de muchas ramificaciones secundarias, cuyos nuevos crecimientos activos son blancos. Un poco atrás de la punta, las raíces tienen una cubierta suberosa de color oscuro.

El crecimiento radicular es continuo todo el año, aunque disminuye a un tercio de la velocidad máxima durante el invierno. Para evaluar el crecimiento radicular se empleó el uso de rizotrones que son cámaras insertadas dentro del suelo que permiten la observación frecuente de crecimiento de raíz *in situ* (Figura 56). Estas cámaras consisten en una lámina o vidrio transparente que es sostenida por un marco de madera, de medidas de 0,8 metros de alto y 1,5 metros de largo. Cada 15 días se realiza una evaluación y se registran en una cartilla (Anexo 5), midiendo la longitud de las raíces nuevas previamente marcadas para seguir su evolución y crecimiento (Figura 57).



Figura 56: Rizotróon instalado en el lote para verificar el crecimiento radicular



Figura 57: Evaluación del crecimiento de raíces nuevas

En el fundo se acostumbra a realizar visitas de campo en donde generalmente se realizan calicatas para ver el crecimiento de las raíces, además del mantenimiento del injerto y la sanidad del cultivo. En estas calicatas se lavan las raíces para su mejor visualización a una profundidad de 0.8 metros, en donde se mide la longitud y se evalúa su crecimiento, las cuales se realizan por cada patrón (Figura 58).



Figura 58: Evaluación de raíces en calicatas, patrón ‘Zutano’

En la Figura 59 se puede apreciar el crecimiento radicular en los tres patrones en el fundo, notándose dos flujos de crecimientos bien marcados. El primer flujo de crecimiento ocurre entre los meses de febrero a mayo y el segundo flujo entre los meses de setiembre a noviembre. Podemos notar también que las raíces del palto en los primeros años de vida están en constante crecimiento.

En el primer año las raíces del patrón ‘Zutano’ tuvieron mayor crecimiento a diferencia de los demás patrones seguido los patrones ‘antillanos’. En el segundo año por el contrario es el patrón Antillano quien tiene mayor crecimiento seguido del patrón Lula.

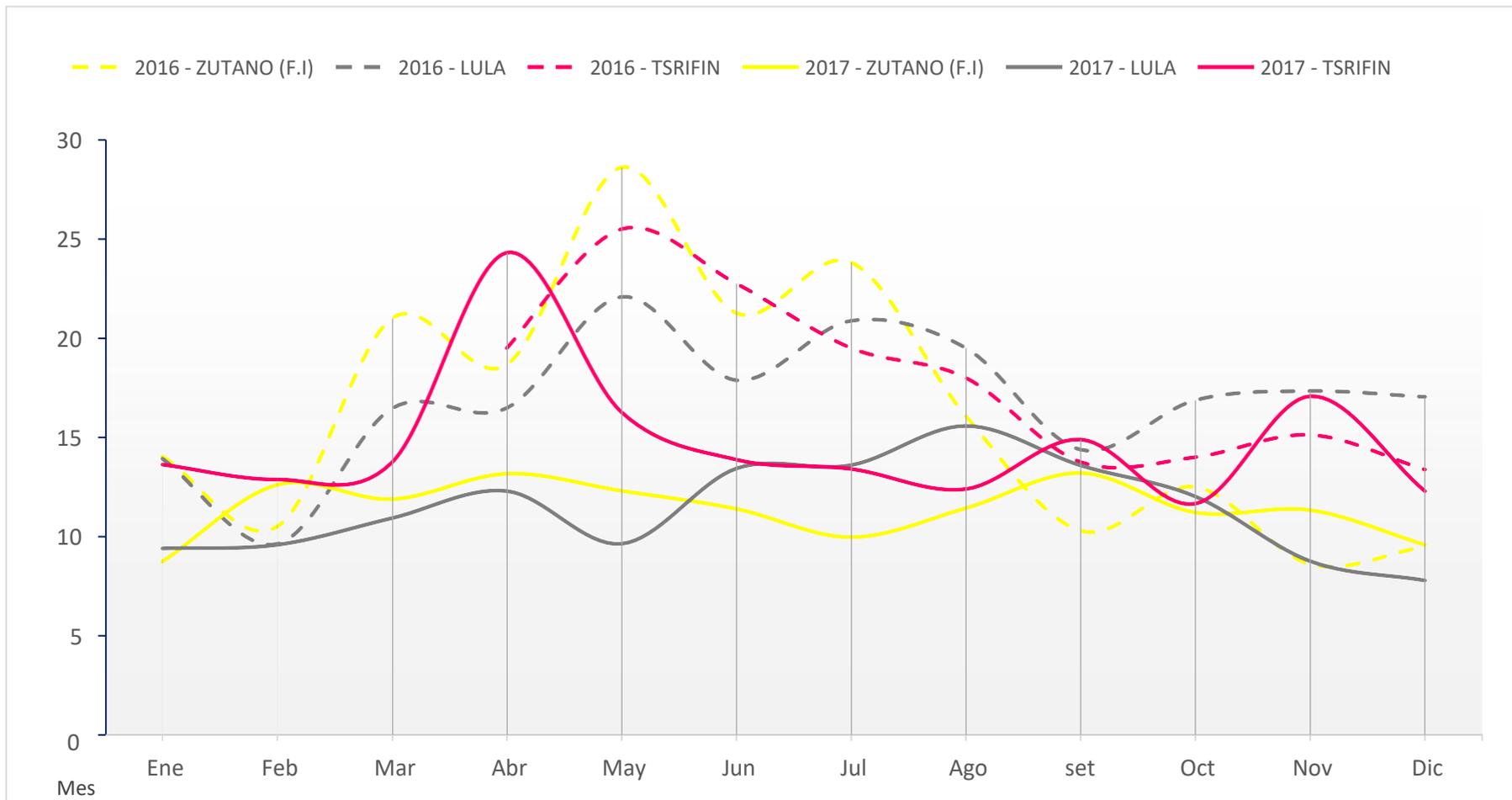


Figura 59: Crecimiento radicular anual en centímetros por patrón

4.10 Fertirriego

4.10.1 Manejo del riego

En el riego presurizado por goteo instalado en el fundo el agua proveniente del proyecto de irrigación Olmos se conduce a presión por tuberías y laterales de riego hasta las plantas de palto, donde es aplicada desde emisores en forma de gotas (goteo). Para la programación del riego y de la fertilización se utiliza el programador automático DREAM – TALGIL, todo el sistema está automatizado. Este tipo de riego presenta alta eficiencia de aplicación (90-95 %) en la cual también se aplican los fertilizantes.

El riego por goteo permite mantener una humedad óptima, uniforme y una excelente aireación, justo lo que requiere el árbol. Las mangueras de goteo se colocan en la etapa inicial en la superficie a unos 10 cm del cuello de plata a ambos extremos y conforme vaya desarrollando la planta, se irán alejando del cuello de la planta hasta llegar a 60 cm de distancia como máximo. Este alejamiento es progresivo conforme progresa los crecimientos radiculares, así como el área foliar de la planta.

Las características físicas y químicas del agua de riego son determinadas por el laboratorio AGQ, las cuales se resumen en el anexo 3. El agua tiene un pH de 7,8 – 7,9, y una conductividad eléctrica de 0,2 – 0,3 dS/m. Con el uso del ácido fosfórico bajamos el pH a 6,5 y con la aplicación de fertilizantes la conductividad eléctrica sube a 0,6 dS/m, rangos que son aceptables para un buen desarrollo del palto.

La relación de absorción de sodio (RAS) del agua es de 0,43 meq/l, lo que indica un bajo contenido de sodio con respecto al calcio y magnesio. Se tiene un nivel óptimo de calcio en el agua de 1,03 meq/l, por tal motivo en este primer año de cultivo no se aplica calcio en el fertirriego (Tabla 10).

Lámina de riego

Para calcular la lámina de riego y demanda de agua para el cultivo del palto utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{LR:} \quad \frac{\text{Kc} * \text{Eto} * 10}{\text{Efic. Riego}}$$

LR: lámina de riego

Kc: coeficiente de cultivo

ETo: Evapotranspiración del cultivo (promedio de los últimos 4 años).

Eficiencia de riego: 90 %

El consumo de agua en este primer año de la plantación del palto es 5350 m³/ha/año (Tabla 9). La programación del riego tiene por finalidad cuantificar, relacionar y equilibrar la cantidad de agua disponible en el suelo, con la evapotranspiración del cultivo para luego proveer, vía riego, el agua necesaria para satisfacer adecuada y oportunamente las exigencias del cultivo (Anexo 4).

El crecimiento vegetativo del palto está directamente relacionado con la disponibilidad de agua, pues el déficit hídrico afecta el número de flujos de crecimiento por estación. Otros crecimientos vegetativos afectados por falta de agua son la altura del árbol y el diámetro del tronco.

Tabla 8: Consumo de agua en m3/mes del cultivo de palto.

DEMANDA HIDRICA - CULTIVO PALTO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Eto Prom. 4 años	4,56	4,37	4,39	4,52	3,73	3,27	3,17	3,65	4,15	4,30	4,17	4,47		
Kc - PALTO	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30		
Kc CORTINAS	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		
Dias de riego	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30		
Dias de riego cortinas	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0		
DEMANDA BRUTA	410,32	393,63	394,95	406,40	335,84	294,37	285,58	328,41	373,07	386,66	375,23	401,86	4.386	
DEMANDA BRUTA CORTINAS	136,77	131,21	131,65	135,47	111,95	98,12	95,19	109,47	124,36	128,89	125,08	133,95	1.462	
Eficiencia de Riego	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90		
DEMANDA NETA	456	437	439	452	373	327	317	365	415	430	417	447	4.874	
RIEGO LAVADO	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
DEMANDA NETA CORTINAS	152	146	146	151	124	109	106	122	138	143	139	149		
M3/HA/DIA - PALTO	15	15	15	15	12	11	11	12	14	14	14	15		
M3 TOTALES POR FUNDO														
HA	FUNDO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
600	PALTO	297.547	286.423	287.303	294.935	247.892	220.245	214.389	242.942	272.710	281.773	274.155	291.905	3.212.218
150	CORTINAS	22.796	21.869	21.942	22.578	18.658	16.354	15.866	18.245	20.726	21.481	20.846	22.325	243.685
	TOTAL, m³	320.342	308.292	309.245	317.513	266.550	236.599	230.254	261.187	293.436	303.254	295.001	314.230	3.455.903

4.10.2 Fertilización

Para este primer año del cultivo de palto, el objetivo principal es que el cultivo desarrolle un sistema radicular vigoroso y obtenga la mayor área foliar que pueda desarrollar, así cuando llegue la primera floración y fructificación se tenga una planta vigorosa que pueda cuajar la mayor cantidad de frutas.

Por tal motivo la fertilización cumple una función vital para lograr nuestros objetivos. El nutriente se inyecta vía sistema de riego al regar los campos. Se utiliza dos tipos de soluciones las cuales se preparan y almacenan en tanques de 10 m³ de capacidad para ser inyectadas a campo. La solución “A” es para los macronutrientes y la solución “B” para los micronutrientes.

Solución “A”

- Fuente nitrogenada: urea, sulfato de amonio
- Fuente de potasio: sulfato de potasio
- Fuente de fósforo: ácido fosfórico

Solución “B”

- Fuente de zinc: sulfato de zinc
- Fuente de magnesio: sulfato de magnesio

Los macronutrientes nitrógeno y potasio se aplican tres veces a la semana juntos, de lunes a miércoles, el fósforo se aplica dos veces a la semana (lunes y martes) para aprovechar su concentración. El zinc y el sulfato de magnesio se aplican dos veces a la semana (jueves y viernes) cada 15 días. Los sábados y domingos generalmente se riega solo con agua (Anexo 7).

En la Tabla 9 se muestra las unidades por cada fertilizante aplicadas en el primer año de crecimiento del cultivo de palto

Tabla 9: Fertilización anual para la ‘Hass’ en el Proyecto Especial Olmos, Lambayeque

		kg/ha - INAGRO - PALTO									
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu	B
	NUTRIENTES	156,2	48,0	102,8		12,0	3,7	20,0	15,1		2,0
CREC.	JUNIO	12,50	4,30	8,20	0,00	1,00	0,50	1,90	1,40	0,00	0,20
VEGETATIVO	JULIO	12,50	4,30	8,20	0,00	1,00	0,60	2,00	1,50	0,00	0,20
CREC.	AGOSTO	12,50	4,60	8,20	0,00	1,00	0,50	2,00	1,50	0,00	0,20
VEGETATIVO	SETIEMBRE	12,50	4,80	8,20	0,00	1,00	0,20	2,00	1,50	0,00	0,20
CREC.	OCTUBRE	12,50	4,60	8,20	0,00	1,00	0,20	2,00	1,50	0,00	0,20
VEGETATIVO	NOVIEMBRE	12,50	4,30	8,20	0,00	1,00	0,20	2,00	1,50	0,00	0,20
CREC.	DICIEMBRE	14,80	4,30	9,30	0,00	1,00	0,20	2,00	1,50	0,00	0,20
VEGETATIVO	ENERO	14,80	3,40	9,30	0,00	1,00	0,20	1,50	1,10	0,00	0,20
CREC.	FEBRERO	14,00	2,90	9,30	0,00	1,00	0,20	1,30	1,00	0,00	0,10
VEGETATIVO	MARZO	13,40	2,90	9,30	0,00	1,00	0,30	1,30	1,00	0,00	0,10
CREC.	ABRIL	12,50	3,80	8,20	0,00	1,00	0,30	1,00	0,80	0,00	0,10
VEGETATIVO	MAYO	11,70	3,80	8,20	0,00	1,00	0,30	1,00	0,80	0,00	0,10
	TOTAL	156,20	48,00	102,80	0,00	12,00	3,70	20,00	15,10	0,00	2,00

4.11 Sanidad

4.11.1 Arañita marrón

Dentro de las plagas más importantes que atacan a las plantas de palto ‘Hass’ están los ácaros de la familia Tetranychidae, cosmopolitas y muy polífagos, del género *Olygonychus*. La arañita marrón *Olygonychus punicae* Hirst, se encuentran en el haz de las hojas, y tienen preferencia por plantas estresadas y hojas cubiertas de polvo. Atacan generalmente a las hojas maduras cerca de las nervaduras, alimentándose, tanto los estadios inmaduros como adultos, del contenido de las células superficiales, provocando un bronceado de las hojas (Figura 60).

Se encuentra presente todo el año, pero ataca con mayor incidencia cuando las temperaturas se incrementan, en los meses de noviembre a marzo.



Figura 60: Bronceado de las hojas, daño provocado por arañita marrón

El ciclo de vida de la arañita marrón *Olygonychus punicae* oscila entre 8.5 a 14.5 días según las condiciones climáticas, siendo el ciclo de vida más corto en los meses de verano (Tabla 11).

Tabla 8: Ciclo biológico de arañita marrón del palto

ESTADO	PROMEDIO
Huevo	2 a 4 días en el haz de las hojas
Larvas	2 a 4 días, son hexápodos
Ninfa I (Protoninfa)	2.5 días, son octópodos
Ninfa II (Deutoninfa)	2-4 días, se diferencian sexos, aún no oviposita
Ninfa III (Teliocrisalis)	Periodo de reposo, transición
Ciclo biológico (llega a adulto)	8.5 a 14.5 días

Fuente: Experiencia laboral - Olmos

Control cultural

Lavados: con presencia de la plaga se realizan lavados con detergentes agrícolas a base de sales potásicas y ácidos grasos. Es importante mojar bien las hojas y con buena presión removiendo toda partícula de polvo presente en las hojas.

Riego: es de suma importancia la identificación de zonas críticas en donde la humedad es baja por características del suelo o porque la presión de riego no es la adecuada. En estas zonas se debe regar más que en otros lotes para evitar estrés de la planta.

Podas: se realiza podas o despuntes de áreas afectadas, juntadas en sacos y retiradas del área de la plantación.

Control químico

Aplicación de sulfocalcio (azufre + cal viva) cuando se tenga evaluaciones por encima del 20 % de infestación de la plaga.

Aplicaciones de acaricidas, con evaluaciones mayores al 40 % de infestación de la plaga. Acaricidas como el Fenpiroximate (200 ml/200 l) y Spirodiclofen (100 a 150 ml/200 l) tienen buenos resultados hasta un 85 % de control de la plaga.

Control biológico

Existen varios enemigos naturales asociados al control natural de arañita marrón, como *Stethorus* sp; la colonización de este depredador es tardía pudiendo no ejercer un control oportuno de la plaga, lo que obliga al control químico si la densidad poblacional del ácaro es muy alta (ProCitrus, 2011).

Los ácaros predadores de la familia Phytoseiidae son los más importantes enemigos naturales de los ácaros fitófagos. Los ácaros fitófagos que pertenecen a la familia Tetranychidae presentan una amplia distribución a nivel mundial y constituyen el grupo más numeroso del orden Acarina (ProCitrus, 2005).

Euseius stipulatus y *Encarsia* sp son parasitoides que también forman parte de los enemigos naturales.

4.11.2 Gusanos de tierra

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), *Spodoptera ochrea* (Hampson), son especies polífagas cuyas larvas comen vorazmente la parte basal de la planta del palto (cuello de planta) realizando un anillado, descortezándola y dejando una herida profunda para la entrada de patógenos. Los adultos de *S. ochrea* son polillas de color pajizo, con algunas tonalidades ligeramente más oscuras en las alas anteriores; las alas posteriores son blancas. Las hembras ponen sus huevos en masas. Las larvas son grisáceas con franjas longitudinales y triángulos oscuros dispuestos a ambos lados del dorso, de manera característica. El ciclo de desarrollo (huevo-larva-pupa) toma de 5 a 6 semanas en verano y 10 semanas en invierno. La longevidad del adulto es de 2 a 3 semanas.

Otro gusano es que perfora el tallo del palto es *Diatraea saccharalis*. Fundos vecinos tienen caña de azúcar como su principal cultivo. Esta plaga se presenta en plantas pequeñas de palto cuando el tallo es herbáceo y fácil de perforar, lo hace en el cuello de planta, perforando el tallo.

Control cultural

- Desmalezado en los surcos del cultivo, eliminando plantas hospederas de los gusanos de tierra.
- En la calle de los lotes se puede hacer uso de un arado y gradeo, para eliminar las malezas y a la vez remover el suelo y exponer las pupas a las aves y se las coman.

Control etológico

- Instalación de trampas de melaza para capturar adultos. Se le puede añadir atrayentes como el Poet para incrementar su captura. Se recomienda una trampa por cada 5 hectáreas de cultivo. El mantenimiento de las trampas se debe realizar al menos una vez a la semana dependiendo de la cantidad de capturas

Control químico

- Aplicación de cebos tóxicos (afrecho de trigo (2 kg), melaza (200 g), agua (600 ml), insecticida (100 g – 150 g). Esta preparación se aplica el cuello de planta (100 g por planta), haciendo un círculo que sirve como protección antes de llegar al tallo del palto.

4.11.3 Mosca blanca gigante

La mosca blanca (*Aleurodicus juleikae*) es una plaga polífaga que se alimenta de muchas especies vegetales como la sandía, melón, pepino, tomate y lechuga, entre otras plantas de hortalizas y en los cultivos de palta.

En el palto succiona la savia del envés de la hoja, provocando un tono amarillo en las hojas, así como segregación de melaza que causa la fumagina. Las hojas presentan en el área donde se alimentan las ninfas ocurriendo además una reducción de la capacidad de fotosintética, producto de la mielecilla, fumagina y abundante lanosidad (Figura 61). En situaciones de ataque intenso, se observa además inhibición del crecimiento en ramillas, pérdida de vigor y disminución de la producción.



Figura 591: Hojas infestadas con *Aleurodicus juleikae*

Control cultural

- En presencia de la plaga realizar lavados con detergente agrícola. Los detergentes remueven los filamentos de cera en las ninfas. Adicionalmente, reducen la tensión superficial del agua facilitando, el desprendimiento de los adultos de su hospedero y posteriormente su arrastre físico. Se debe repetir cada 15 días según evaluación de la plaga.

Control químico

- En presencia de fumagina se debe optar por una aplicación de un insecticida sistémico. El imidacloprid (Confidor®) a 3 cm³ – 5 cm³ por planta aplicado vía sistema de riego tiene un buen control de la plaga.

Control biológico

- Existen insectos depredadores de la familia Coccinellidae, neurópteros (crisopas) y parasitoides asociados a la plaga, entre los que se encuentran avispidas de los géneros *Encarsia* y *Encarsiella*.

4.11.4 Queresas

Fiorinia fioriniae

La escama de la hembra mide cerca de 1,5 mm de largo, de forma alargada y aplanada, de color amarillenta o marrón, presentando un pliegue central. La hembra tiene una duración promedio de 40 días, pone entre 50 a 100 huevos. Ataca severamente las hojas ubicándose a lo largo de las nervaduras, también daña ramas y frutos.



Figura 60: Escama de *Fiorinia fioriniae* (adulto)



Figura 613: Daño causado en hojas tiernas

Hemiberlesia lataniae

Es una especie cosmopolita y altamente polífaga presente en diversos hospederos de importancia económica tanto en frutales como ornamentales y forestales. La escama se distribuye en todos los estratos aéreos (hojas, ramas y ramillas), sin embargo, se localizan de preferencia en zonas bajas e internas del árbol, en que existe mayor humedad y menor luminosidad. Estos insectos se alimentan a través de la inserción de su aparato bucal en el tejido parenquimático del vegetal, dentro de las células, provocando puntuación o manchas en las hojas y eventualmente su caída.



Figura 624: *Hemiberlesia lataniae* (adulto) en ramas de palto.

Control cultural

- Poda de ramas o ramillas cercanas al suelo y en el interior del árbol, con el fin de eliminar la plaga e impedir que continúe multiplicándose sobre esas estructuras.
- Eliminar malezas reconocidas como hospederas de la plaga.

Control biológico

- Asociados a este complejo de escamas destacan los coleópteros depredadores de la familia Coccinellidae, *Rhizobius lophanthae* y *Coccidophilus citricola*. Larvas y adultos se alimentande escamas.
- Parasitoides como *Encarsia* sp. y *Aphytis chrysomphali*.

Control químico

- Ingrediente activo Imidacloprid tiene buen control obteniéndose una alta mortalidad de la plaga al ser aplicado. Es altamente efectivo sobre individuos inmaduros de la plaga, alcanzando el 80% de mortalidad a los 15 días de la aplicación y el 100% a partir de los 30 días. El control en adultos puede llegar hasta un 90% a los 30 días de su aplicación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En nuestra experiencia, el subsolado viene a ser una de las actividades más importantes en la preparación del terreno, ya que ayuda a romper capas subterráneas necesarias para un mejor desarrollo radicular del cultivo del palto y por ende su adaptación a la zona de Olmos.
- En esta zona ubicada en Olmos, el clima, el suelo y la calidad del agua hacen en su conjunto características principales para que el palto se desarrolle con normalidad.
- El uso de mulch amortigua los cambios bruscos de temperatura del suelo, mantiene la humedad del suelo, reduce la evapotranspiración y consumo de agua, mejora el crecimiento y la actividad de las raíces, importante para el primer año de crecimiento del cultivo de palto.
- El uso de cortinas rompeviento como el King Grass es necesario para el inicio de la plantación, reduce la velocidad del viento hasta un 50 %, factor que afecta el crecimiento del palto principalmente en su primer año, al producir doblamiento, problemas en la conducción y deformación estructural, propicia una menor incidencia de patógenos por daños mecánicos, además de incrementar el aporte de materia orgánica (residuos de poda).
- La selección de plantas a sembrar se debe de realizar con bastante detalle, tomando en cuenta que se deben seleccionar las mejores plantas del vivero, con las características ya mencionadas que son las ideales, porque estas plantas deben tener una vida larga de 20 a 30 años en el campo de producción.
- Bajo las condiciones desérticas y el estiaje que presenta Olmos, el riego presurizado por goteo es una de las mejores opciones para el manejo del agua y fertilizante en el cultivo de palto.
- La poda de formación se elige en función a la densidad de plantación, condiciones edafoclimáticas de la zona y a la morfología de la variedad y patrón.

- El crecimiento radicular se caracterizó por presentar dos flujos de crecimiento claramente definidos. La mayor densidad radicular llega hasta los 35 cm de profundidad y las raíces de anclaje a 80 cm de profundidad.

5.2 Recomendaciones

- Instalar con anticipación las cortinas rompeviento para evitar daños en los cultivos de palto al inicio retardando su crecimiento.
- La colocación de mulch es muy beneficioso para el crecimiento radicular de las plantas del palto, que son superficiales disminuyendo la temperatura del suelo.
- Hacer ensayos sobre la cantidad de materia orgánica a incorporar, ya que por experiencia la aplicación de 40 t/ha nos ha resultado bien, pero se podría mejorar esta actividad, ya que es uno de los recursos más caros en una instalación.
- En el momento de la siembra, asegurarse que el corte de raíces no sea excesivo, y que se corte solo las raíces que llegaron a la base de la bolsa y se enroscaron entre sí, evaluando siempre que la raíz principal esté recta, eso asegura un buen prendimiento y una larga vida de la planta.
- Después de plantar los plántones jóvenes, se debe de realizar riegos pesados, un primer riego de al menos 45 m³/ha. Al segundo día de igual manera repetir la misma cantidad de agua como un segundo riego, luego bajar la cantidad de agua y regar según la evapotranspiración que podamos tener en ese momento.
- Las cortinas vivas de King Grass que se quedarán por más tiempo, se debe realizar siempre mantenimientos que consisten en pasar un implemento agrícola que es una punta de al menos 60 cm de profundidad a cada lado de la cortina viva, así se cortan las raíces del King Grass evitando que lleguen al surco del palto.
- Las mejores épocas para la plantación del palto empiezan a partir de setiembre – octubre, tratar en lo que se pueda hacerlo en estos meses para asegurar un mejor prendimiento de la planta en campo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro F. Barrientos-Priego y Luis López-López (1999). Historia y genética del aguacate. Mundi-Prensa, Distrito Federal, México, 19-31.
- Wiley, A.W., B. Schaffer, and B.N. Wolstenholme. 2002. The avocado. Botany, production and uses. CAB International, Wallingford, UK.
- Bernal E. Jorge A., Diaz D. Cipriano A., 2005. Tecnología para el Cultivo de Aguacate. Manual Técnico Corpoica C.I La Selva. Pp: 11: 241
- Wiley, A.W. 1988. Ecophysiological studies and tree manipulation for maximisation of yield potential in avocado (*Persea americana* Mill.). PhD Diss., Dept. of Horticulture, Univ. of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
- Wolstenholme, B. y A. Wiley. 1987. Ecophysiology of the avocado (*Persea americana* Mill.) tree as a basis for pre-harvest management. Revista Chapingo Serie Horticultura 5, 77-88.
- Reece, P. C. 1942. Differentiation of avocado blossom buds in Florida. Bot. Gaz. 104: 323-328.
- Biran, D. 1979. Fruitlet abscission and spring growth retardation-their influence on avocado productivity (in Hebrew). M Sc Dissertation. The Hebrew Univ. of Jerusalem.
- Stout, A. B. 1923. A study in cross-pollination of avocado in southern California. California Avocado Association Annual Report 7: 29-45.
- Salazar-García, S.; Lord, E.M.; Lovatt, C.J.. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123: 537-544.

Gobierno Regional de Lambayeque (2012). Resumen Ejecutivo de la Zonificación Ecológica y Económica. Instrumento Técnico, base para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Lambayeque.

Gobierno Regional de Lambayeque (2012). Memoria descriptiva del mapa de vegetación. Instrumento Técnico, base para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Lambayeque.

Lemus, G.; Ferreira, r.; Gil, P.; Maldonado, P.; Toledo, c.; Barrera, C. (2005). El cultivo del palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La cruz, chile. 75 p.

ProCitrus (2011). Metodología de crianza de controladores biológicos en Perú. Boletín Informativo de ProCitrus. 10.

ProCitrus (2005). Investigación: Avances del proyecto de control biológico PROCITRUS – SENASA. Boletín informativo de PROCITRUS 27:8.

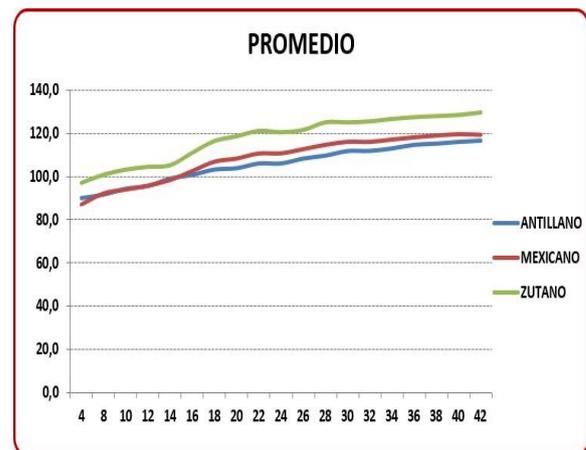
VII. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación Geográfica del fundo Inagro en el distrito de Olmos



Anexo 2. Crecimiento del tallo en milímetros (diámetro) de diferentes patrones, experiencia fundos irrigación Chavimochic.

DIAMETRO	PATRON			
SEMANA	ANTILLANO	MEXICANO	ZUTANO	Total general
4	90,1	87,1	96,8	90,6
8	91,7	92,3	100,7	93,8
10	94,4	94,1	103,0	96,1
12	95,7	95,9	104,3	97,5
14	99,1	98,4	105,1	100,2
16	100,8	102,6	110,9	103,4
18	103,3	106,9	116,4	107,1
20	103,9	108,4	118,6	108,3
22	106,0	110,7	121,1	110,6
24	106,1	110,8	120,5	110,5
26	108,3	112,7	121,6	112,4
28	109,7	114,7	125,1	114,4
30	111,8	116,1	125,1	115,9
32	111,8	116,1	125,6	116,0
34	113,0	117,1	126,7	117,1
36	114,6	118,2	127,5	118,4
38	115,2	119,0	128,0	119,0
40	116,0	119,6	128,5	119,7
42	116,6	119,3	129,7	120,2
Total general	105,7	108,5	117,7	109,1



Anexo 6. Relación de actividades para el primer año de mantenimiento de palto.

N°	ACTIVIDADES	JR/HA	FRECUENCIA
1	Supervisión de labores	1,56	365 días
2	Transporte de materiales e insumos	0,16	1 mensual
3	Labores varias (mantenimiento, almacén)	0,52	365días
4	Limpieza de campo y calles	0,11	1 mensual
5	Digitación datos del fundo	1,3	365días
6	Mantenimiento de letrinas	0,26	1 semanal
7	Señalización de lotes	0,05	1 mes
8	Desmalezado	3	1 mensual
9	Desmamonado	2	5 meses
10	Mantenimiento de cortinas de malla	2	2 año
11	Instalación de cortinas vivas	1,8	1 año
12	Mantenimiento de cortinas vivas	1,75	1 mensual
13	Mantenimiento de comedores	0,28	1 año
14	Recalce de patrón 15%	1,24	1 año
15	Recalce de planta injertada 5%	0,42	1 año
16	Evaluación de goteros	0,4	4 año
17	Regador	7,3	365 días
18	Preparación de fertilizante	0,45	365 días
19	Destape de goteros (3%)	2	1 año
20	Controlador de riego	0,9	365 días
21	Mantenimiento de riego (operario)	1	365días
22	Mantenimiento de riego	3,7	365 días
23	Aplicaciones fitosanitarias	11,95	Según programa
24	Evaluaciones fitosanitarias	5,59	Según programa
25	Premezcla	1,4	Según programa
26	Mantenimiento de equipos y labores varias	0,22	Según programa
27	Instalación de cortinas de plástico	0,29	1 año
		51,65	

Anexo 7. Programa semanal de fertirriego en kg/ha y su concentración en ppm.

Detalle	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total (kg/ha), Semana	Concentración (ppm)
Nitrógeno (kg/ha) - Zutano	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96			9,8	35,6
Nitrógeno (kg/ha) - Antillano	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25			11,25	41
Fósforo (kg/ha) - Zutano	1,75	1,75						3,5	31,8
Fósforo (kg/ha) - Antillano	2,01	2,01						4,02	36,6
Potasio (kg/ha) - Zutano	3,7	3,7	3,7					11,1	66,7
Potasio (kg/ha) - Antillano	4,22	4,22	4,22					12,66	76,7
Zinc (kg/ha)- Zutano				0,05	0,05			0,10	1,9
Zinc (kg/ha) - Antillano				0,06	0,06			0,12	2,1
Magnesio (kg/ha) - Zutano				0,19	0,19			0,38	7
Magnesio (kg/ha) - Antillano				0,22	0,22			0,44	8,1

Anexo 8. Análisis de suelo



INFORME DE ENSAYO - SUELO

Nº de Referencia:	S-20/007761	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	S-PR-0012	Centro Análisis:	AGQ International		
Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA	Fecha/Hora:	12/02/2020	Fecha Recepción:	13/02/2020
Lugar de Muestreo:	FUNDO OLMOS	Muestreo:			
Punto de Muestreo:	LOTE 5052	Fecha Inicio:	24/02/2020	Fecha Fin:	02/03/2020
Muestreado por:	WILIAM DIAZ / DENIS MANAYAY	Contrato:	PE19-4335		
Descripción(*):	LOTE 5052	Cliente 3º(*):	----		
Cliente(*):	INVERSIONES AGRICOLAS OLMOS S.A.C.	Domicilio*:	AV. MANUEL OLGUIN NRO. 335 INT. 1202 URB. LOS GRANADOS LIMASANTIAGO DE SURCO LIMA		

FERTILIDAD FÍSICA

Clase Textural	Arenosa
Arcilla	2,73 %
Limo	4,06 %
Arena	93,2 %
Arena Fina	92,3 %
Arena Gruesa	0,95 %



FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Materia Orgánica	0,48	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
Nitrógeno Total	286	mg/kg		1 000		1 500			PEC-034
Fósforo Disponible Olsen	< 9,80	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
Caliza Activa	< 0,500	% CaCO3		1,50		4,00		Oxalato Amonico 0.2N	PEC-014
Calcio Disponible	3,17	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
Magnesio Disponible	0,76	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
Potasio Disponible	0,38	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
Sodio Disponible	0,68	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009
pH (Extracto 1/1)	7,54	Unidades de pH						Extrac 1/1	PEC-001
Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	751	µS/cm a 20° C						Extrac 1/1	PEC-002
Suma de Bases Disponibles	5,00	meq/100 g							PEC-020

MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Boro	0,73	mg/kg		0,60		1,00		Extrac Acuosa	PE-2126
Hierro (DTPA)	5,07	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
Manganeso (DTPA)	6,70	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
Cobre (DTPA)	0,34	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
Zinc (DTPA)	32,3	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009

COMPLEJO DE CAMBIO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Calcio Cambio	1,9494	meq/100 g		8,0000		14,000		Ac NH4	PEC-009
Magnesio de Cambio	0,45	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
Potasio Cambio	0,21	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
Sodio Cambio	0,06	meq/100 g		0,25		0,50		Ac NH4	PEC-009
Aluminio de Cambio	< 0,01	meq/100 g		0,50		1,00		Ac NH4	PEC-009
CIC Efectiva	2,67	meq/100 g		5,00		10,0			PEC-019
Saturación de Bases	< 0,01	%		50,0		80,0			PEC-020

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Relación C/N	9,80			10,0		15,0			PEC-041

AGQ INTERNATIONAL

Avd, La Palmera 41220 Sevilla. Sevilla. España

T: (+34) 902 931 934

F: (+34) 955 738 912

agq@agq.com.es

agqlabs.com

1/2

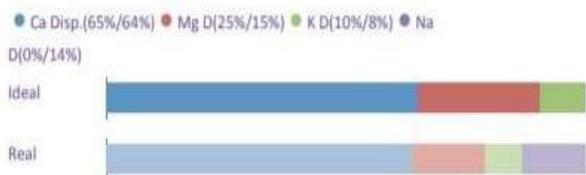
Nº de Referencia:	S-20/007761	Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA
Descripción(*):	LOTE 5052	Fecha Fin:	02/03/2020

RELACIONES DE INTERÉS

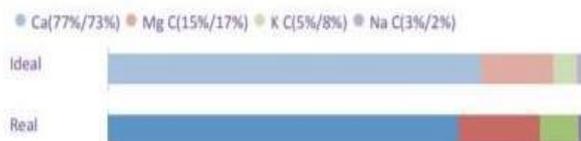
Parámetro	Resultado	Unidades		Método	PNT
Relación (Ca+Mg) / K Disponibil	10,3				PEC-041
Relación Ca/Mg Disponibles	4,16				PEC-041
Relación Mg/K Disponibles	2,00				PEC-041

RELACIONES CATIONICAS

% Cationes Disponibles



% Cationes de Cambio



NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación, SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él, N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 02/03/2020

OBSERVACIONES (*):

Cultivo: Palto

Laura Argeme Caro Martin