

TÉRMINOS DE REFERENCIA

INTRODUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN FÍSICA EN UN HUERTO DE PALTOS EN EL VALLE DE COPIAPÓ.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONSULTORÍA

Sector productivo		Frutícola	
Proyecto		Desarrollo de una fruticultura sustentable en la Región de Atacama que permita la exportación diferenciada con valor agregado	
Código		23IFI-252424	
Responsable		GEDES Región de Atacama	
Administración		GEDES Región de Atacama	
Inicio de consultoría y/o asesoría	12 de marzo 2026	Termino de consultoría y/o asesoría	12 de junio 2027
Alcance		Región de Atacama	
Ejecutivo responsable		José Espinosa	
Contacto ejecutivo		jespinosa@gedes.cl	

2.- CONTEXTUALIZACIÓN

El Programa “Desarrollo de una fruticultura sustentable en la Región de Atacama que permita la exportación diferenciada con valor agregado” tiene como propósito fortalecer la competitividad y sostenibilidad del sector frutícola regional mediante la validación, adaptación y transferencia de soluciones tecnológicas orientadas a resolver brechas productivas críticas del territorio. La región se caracteriza por condiciones agroclimáticas extremas propias de un entorno árido y semiárido, donde la alta radiación solar, la baja humedad relativa, los vientos intensos y la limitada disponibilidad y calidad del recurso hídrico condicionan el desempeño productivo de los huertos frutales, afectando tanto los rendimientos como la calidad comercial de la fruta.

En este contexto, el programa busca generar evidencia técnica local que permita a los productores tomar decisiones informadas respecto de la incorporación de tecnologías y prácticas de manejo adaptadas al escenario de cambio climático, con foco en la mejora de la productividad, la eficiencia en el uso del agua y la estabilidad productiva de los sistemas frutícolas regionales. Para ello, el programa promueve la ejecución de proyectos piloto demostrativos en condiciones reales de producción, que permitan evaluar el impacto productivo, económico y técnico de paquetes tecnológicos integrales, con énfasis en su replicabilidad y escalamiento.

3.-INTRODUCCIÓN DE LA PRESENTE LICITACIÓN

El proyecto busca pilotear, en un huerto de paltos ya establecido que se encuentre en el valle de Copiapó, un paquete tecnológico replicable que integre protección aérea (malla/plástico con mallas cortaviento) y manejo avanzado de riego y suelo orientado a reducir el estrés hídrico-térmico y mejorar precocidad, productividad, manejo de sales, uniformidad de calibre y calidad comercial.

El diseño considera dos sectores equivalentes dentro del mismo cuartel, intervención (bajo protección) y control (cielo abierto), cada uno con al menos 50 árboles y manejo homogéneo, asegurando comparaciones válidas mediante zonas de resguardo y una instrumentación simétrica. En una primera fase se levantará la línea base productiva y edafoclimática y se delimitarán los sectores; luego se instalará la protección y se pondrá en marcha la programación de riegos, lavados dirigidos de sales cuando corresponda y prácticas de suelo que favorezcan aireación y actividad biológica.

A lo largo del ciclo se evaluará la modulación microclimática bajo cubierta y el estrés del cultivo mediante indicadores fisiológicos, relacionándolo con respuestas agronómicas clave: fenología, rendimiento, distribución y uniformidad de calibres, calidad. El piloto se ejecutará en 15 meses, incluyendo sistematización y análisis costo-beneficio para dejar un protocolo claro de diseño, instalación, operación y mantención, transferible a productores de Atacama. Se espera demostrar mejoras en eficiencia de uso del agua y sanidad radicular, reducción de daño por sol y, en función de la magnitud del efecto microclimático, aumentos medibles de productividad y calidad comercial que sustenten la decisión de escalar la solución en la región.



4.-OBJETIVO GENERAL DE LA CONSULTORÍA

Pilotear, en un huerto de paltos ya establecido en el valle de Copiapó, un paquete tecnológico replicable que integre una estructura física de protección aérea para la optimización microclimática, manejo avanzado de riego, suelo y nutrición con el fin de reducir el estrés hídrico-térmico, e incrementar de forma sostenible, productividad, uniformidad de calibre y la calidad comercial del cultivo.

5.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1. Levantar la línea base productiva y edafoclimática del huerto, caracterizando suelo, disponibilidad y calidad de agua, variables climáticas y estado vegetativo de los árboles; con esa información, delimitar y documentar el sector de intervención (bajo protección) y el sector control (cielo abierto).

OE2. Evaluar el efecto de la estructura física de protección (malla/plástico/estructura cortaviento) sobre la modulación del microclima de la canopia, entre otros: temperatura, humedad relativa, radiación y velocidad del viento y, cuantificar el estrés hídrico-térmico de los paltos mediante indicadores fisiológicos.

OE3. Evaluar la gestión del riego y del suelo en términos de su eficiencia en el uso del agua y su relación con la sanidad radicular, mediante programación y ajuste de riego basado en datos, manejo y medición de salinidad (lavados) y prácticas de suelo que favorezcan aireación y actividad biológica.

OE4. Cuantificar la respuesta agronómica del palto bajo protección versus control, evaluando crecimiento vegetativo, incidencia de plagas, rendimiento, calidad de fruta y adaptación en el ciclo fenológico.

OE5. Sistematizar, validar económica y financieramente con análisis costo-beneficio. Difundir el paquete tecnológico - técnico resultante para facilitar la transferencia y evaluar su potencial de adopción por parte de los productores en la región de Atacama.

6.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El piloto consistirá en la implementación de un paquete tecnológico replicable que integre dos componentes clave: la instalación y manejo de estructura física de protección aérea, y el manejo avanzado de riego y suelo.

La tecnología de protección evaluará el efecto de mallas, plástico ventilado y/o estructuras cortaviento (a definir) sobre la optimización microclimática de la canopia, modulando factores como la temperatura, la humedad relativa, la radiación, y la velocidad del viento y se trabajará en mantener la salinidad del suelo en rangos que no afecten la productividad del palto. Este enfoque busca mitigar el estrés hídrico-térmico causado por las condiciones climáticas extremas de la Región de Atacama como son la alta radiación, baja humedad y vientos intensos, problemas que limitan la productividad y calidad de los huertos de palto.

Se ejecutará en un predio de paltos ya establecido en el Valle de Copiapó. El piloto se concentrará en dos sectores equivalentes en superficie y condición de las plantas, dentro del mismo cuartel: intervención (bajo protección aérea) y control (cielo abierto), cada uno con al menos 50 árboles. Ambos sectores mantendrán igual número de hileras y de árboles por hilera, condiciones de manejo homogéneas y zonas de resguardo (buffer) respecto del resto del predio, para asegurar comparaciones válidas. Cada sector tendrá una superficie de 1.250 metros cuadrados.



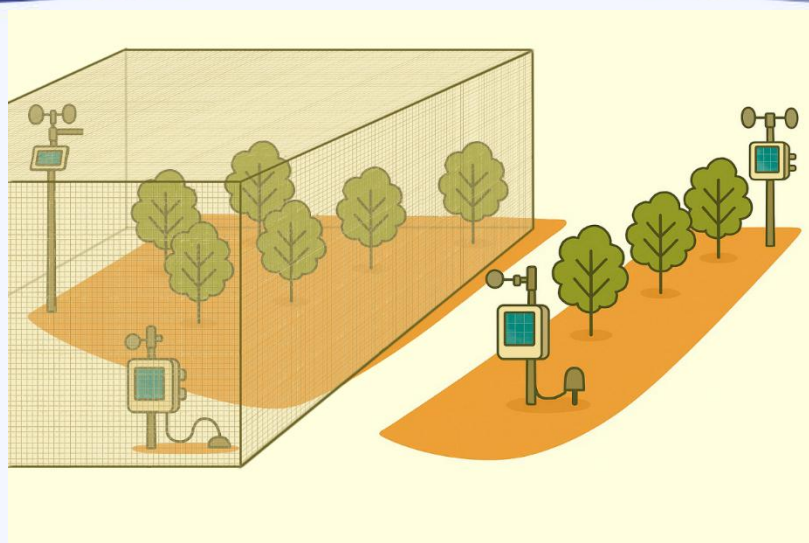


Ilustración 1. Esquema del Piloto

El foco técnico se centrará en la optimización del manejo bajo cubierta, lo que incluye la optimización del riego, utilizando indicadores fisiológicos como el potencial hídrico xilemático, sondas de humedad, y se controlará la salinidad del suelo.

Participarán, como mínimo, el investigador/a responsable, un técnico/a de terreno local para realizar monitoreos, y operarios para el montaje de la estructura. El objetivo es generar evidencia local y un paquete tecnológico transferible.

7.-METODOLOGÍA

La presente metodología define el estándar mínimo que deberá cumplir el adjudicatario para el diseño, instalación, operación, monitoreo y sistematización del piloto de paltos bajo protección en el Valle de Copiapó. El oferente podrá proponer mejoras o complementos, y en caso de modificar o reducir las actividades planteadas en esta metodología se debe justificar en su postulación:

Beneficiario

Se deberá presentar un perfil de beneficiario idóneo para la ejecución de este piloto, el cual debe cumplir al menos con los siguiente:

Huerto de palto ya establecido en el Valle de Copiapó, con disposición mínima de 0,25 ha contiguas para instalar el piloto (dos sectores equivalentes: intervención y control) y acceso confiable a riego. Se priorizará que cuente con tecnología básica de medición (p. ej., caudalímetro, datalogger de T°/HR, sondas FDR) y registros productivos de al menos 1 temporada (rendimiento, calibres, fechas de riego y labores).

Debe disponer de personal de campo para apoyar montaje, mantención de la cubierta y mediciones rutinarias, además de facilidades básicas como energía, bodega, seguridad del sitio.

El adjudicatario deberá asegurar compromiso del agricultor beneficiario, en términos de participar en la co-gestión operativa del piloto, disposición a ajustar prácticas según protocolos técnicos y apertura a la difusión: visitas técnicas acotadas, material de difusión con datos agregados sin afectar su confidencialidad comercial.

Fases del piloto

Duración estimada: 15 meses

Fase 1. Línea base y diseño (meses 1–2): Caracterización exhaustiva del predio, incluyendo muestreos de suelo, agua y levantamiento climático base y un diagnóstico productivo y fitosanitario inicial. Se definirá y delimitará estadísticamente el sector protegido y el sector control, asegurando la equivalencia desde un inicio. El ejecutor deberá al menos desarrollar las siguientes acciones para establecer línea base y caracterización:



4 muestreos compuestos de suelo: para analizar textura, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y fertilidad como macronutrientes y micronutrientes. Se debe realizar al inicio del piloto y al final del piloto. Se deberá realizar una muestra en sector protegido y otra en sector control. Se debe realizar 2 muestras al inicio del piloto y otra en fase de análisis final. Utilice barrenos o calicatas en la proyección de la copa. Se debe recolectar submuestras en patrón de "W" en profundidad de 30 a 60 para conformar una muestra compuesta representativa.

2 calicatas con descripción de perfil de suelo mediante calicata. Se deberá realizar una calicata de 1,20 metros de profundidad, una en sector protegido y otra en sector control.

3 análisis de agua de riego para CE, SAR, pH, bicarbonatos. El análisis de calidad del agua de riego se debe realizar al establecer la línea base, más un análisis a inicios de verano y otro análisis en pleno invierno.

Registro climático base de radiación, viento predominante, temperatura máxima, y mínimas, evapotranspiración local obtenido de información secundaria. En la ejecución del piloto se debe capturar y registrar la información al menos semanal, durante todo el piloto, considerando un registro para el sector protegido y otro en sector control, con esta información para todo el periodo para construir el diagnostico comparativo de las condiciones climático de los sectores evaluados.

Levantamiento de la situación productiva actual en kg/árbol y kg/ha, calibre promedio, % descarte al inicio y final del piloto. Esta información debe ser entregada por el productor dueño del predio donde se ejecutará el piloto.

Los productos de la Fase 1 son: informe de línea base y diseño experimental, tablas, criterios de selección del cuartel y justificación técnica.

Fase 2. Instalación y operación de las protecciones y sensores (meses 2–4): El adjudicatario será responsable del diseño detallado, suministro e instalación de la estructura de protección aérea y del sistema de monitoreo microclimático, de acuerdo con los siguientes mínimos:

Estructura dimensionada para resistir vientos de, al menos, 80 km/h, % de sombreado de la malla o transmitancia del plástico, diagnóstico de radiación del predio, sistema de anclaje y tensado, facilidades de mantención, instalación de puntos de medición de T°/HR, PAR y velocidad de viento en el sector protegido y en el sector control.

El ejecutor deberá al menos desarrollar las siguientes acciones para el montaje de la estructura física de protección aérea:

La estructura proyectada para el piloto de palto protegido corresponde a un diseño de casa sombra tipo caja, cubriendo una superficie total de 1.250 m² (50 metros de largo por 25 metros de ancho) con una altura de 5 metros. Su configuración física está diseñada para envolver completamente el sector de cultivo, proporcionando una cobertura integral tanto en la parte superior como en los costados para asegurar un control total del microclima.

Protección contra radiación: El diseño busca mitigar el estrés radiativo y prevenir el golpe de sol en los frutos y la madera del palto, los cuales son altamente sensibles a la radiación directa que decolora la clorofila de la piel. Se recomienda un porcentaje de sombreado de entre 40% y 50%, utilizando materiales técnicos como mallas de monofilamento de polietileno de alta densidad (HDPE) o films difusores que transformen la luz directa en luz difusa, mejorando así la eficiencia fotosintética.

Protección contra vientos: Al cubrir los costados, la estructura actúa como una barrera mecánica integral contra el viento, eliminando las ráfagas que provocan la caída de flores, la rotura de ramas y el daño cosmético conocido como russet o cicatrices en la piel por fricción. Además, la reducción del viento bajo la malla favorece el vuelo y la actividad polinizadora de las abejas, crucial para el cuaje de la fruta.

Altura mínima y ventilación: Se debe definir una altura que permita una separación de al menos 1 a 1,5 metros sobre el follaje de los árboles. Este espacio es vital para mantener una ventilación adecuada que evite la asfixia radicular por exceso de humedad y el estrés térmico por acumulación de calor extremo en la parte superior de la caja.



Tipo de anclaje y estructura: La armazón debe ser idealmente una tenso-estructura compuesta por postes de madera impregnada y una red de cables de acero que deben generar un sistema de tensado de alta resistencia y durabilidad. El anclaje de los postes centrales y anclajes perimetrales profundos son obligatorios para soportar la presión mecánica del viento sobre la superficie total de la cubierta y los laterales.

Se debe considerar que esta estructura de caja es una habitación técnica de clima controlado en medio del campo. Al igual que un refugio de montaña, la caja aísla a los paltos del impacto directo de los vientos y la radiación extrema, pero sus materiales porosos permiten que el huerto respire, creando un espacio de estabilidad térmica donde la planta puede dedicar su energía a producir frutos en lugar de defenderse del entorno. Para fortalecer la robustez técnica del piloto se propone un sistema de sensores, comparando en forma directa el ambiente bajo protección con el sector a cielo abierto. El sistema se compone de sensores microclimáticos y de suelo, todos conectados a registradores de datos y/o respaldo local.

Se instalarán 2 estaciones microclimáticas completas, una en el interior de la estructura de protección y otra en el sector control. Cada estación incluirá: sensor combinado de temperatura y humedad relativa de aire, sensor de radiación fotosintética activa y anemómetro para velocidad de viento. Estos sensores se ubicarán a 2,0–2,5 m de altura, a la mitad de la canopia de los paltos, en posición representativa de la zona productiva. Las estaciones registrarán datos cada 30 minutos, permitiendo construir series temporales comparables entre ambos ambientes.

Para capturar la variabilidad espacial de la luz y la temperatura bajo la malla, se sumarán 6 sensores adicionales de radiación fotosintética activa y temperatura de aire, distribuidos del siguiente modo: 3 en el interior en hilera central y dos hileras laterales y 3 en el exterior con la misma lógica. Estos sensores puntuales permitirán cuantificar gradientes de radiación y microclima dentro y fuera de la protección y ajustar, si es necesario, el diseño de sombreado en futuras réplicas. Además, se deberán instalar dispositivos para cuantificar el estrés fisiológico de la planta como bomba de Scholander para medir potencial xilemático y porómetro para medir conductancia estomática.

En cuanto al suelo, se instalarán 2 sondas de humedad tipo FDR/TDR, cada una configurada para medir al menos en tres profundidades por ejemplo 20, 40 y 60 cm en el bulbo de riego. Una sonda se ubicará dentro de la estructura y una en el sector control, asociadas a árboles representativos. Esta disposición permitirá comparar el contenido volumétrico de agua en el suelo, la dinámica de secado entre riegos y la respuesta a eventuales ajustes de programación.

Complementariamente, se recomienda la instalación de 2 sensores de temperatura de suelo, uno dentro de protección y otro fuera, enterrados a 20 cm de profundidad, para apoyar la interpretación de la actividad radicular y la mineralización de nutrientes.

Todos los sensores se integrarán a uno o dos dataloggers centrales, con alimentación solar, memoria suficiente para al menos 60 días de datos y salida para descarga manual, asegurando la continuidad y trazabilidad de la información generada por el piloto.

Los productos de la Fase 2 son: Informe de diseño y memoria técnica de la estructura, registro fotográfico y acta de recepción provisional de la instalación.

Fase 3. Riego y suelo en ambiente protegido (meses 3–12): El adjudicatario deberá implementar y operar un plan de manejo de riego y suelo específico para cada sector (protegido y control), que incluya:

Programación de riegos basada en sondas FDR y/o tensiómetros y en indicadores fisiológicos, registro sistemático de riego aplicado, registro en bitácora de riego, monitoreo de CE, análisis semestral de salinidad.

El volumen de agua se controlará instalando caudalímetros separados para el sector protegido y otros en el sector control, ubicados en las líneas de riego que alimentan cada bloque. Estos equipos registrarán caudal instantáneo y volumen acumulado, integrados a un datalogger que permitirá revisar diariamente los m³ aplicados y expresarlos como m³/há, comparando ambos sectores y ajustando programación de riego según los objetivos del piloto.



En esta fase el foco es optimizar el riego bajo y fuera de la protección en función de la respuesta del suelo, la planta y el microclima, utilizando los sensores instalados en fases previas. El ajuste de láminas y frecuencias se hará combinando: (i) contenido de agua del suelo medido con sondas FDR/TDR, (ii) potencial hídrico xilemático y, cuando se requiera, conductancia estomática, y (iii) datos de temperatura, humedad relativa, radiación y viento. El objetivo es mantener al cultivo dentro de un rango hídrico que permita la expresión total del potencial productivo de las plantas, evitando tanto el estrés por déficit como la saturación y problemas de salinidad. El control de la salinidad del suelo se basará en el monitoreo periódico de la conductividad eléctrica en el bulbo radicular, mediante lecturas asociadas a las sondas instaladas en sector protegido y control. Con esos datos se programarán riegos de lavado controlados, ajustando lámina y frecuencia para arrastrar sales fuera de la zona de raíces.

Se trabajará con al menos 2 sondas FDR/TDR, una en el sector protegido y otra en el sector control, instaladas en árboles representativos ubicados en la parte central de cada bloque de 50 árboles. Cada sonda medirá al menos tres profundidades, 20, 40 y 60 cm, en el bulbo de riego. Se recomienda complementar con una sonda portátil de lectura rápida que permita verificar puntualmente otros árboles dentro del mismo sector. Las sondas registrarán lecturas continuas, y el equipo técnico descargará y revisará los datos semanalmente para actualizar las curvas de secado entre riegos y ajustar la programación.

El procedimiento de medición de potencial hídrico xilemático se realizará con bomba de Scholander en al menos 10 árboles por sector protegido y control, seleccionados y marcados previamente. Se sugiere una medición semanal en periodos críticos como son prefloración, floración, cuaja y llenado de fruto y quincenal el resto de la temporada. Las lecturas se harán en pre-alba o a primera hora de la mañana, utilizando hojas ensombradas, expresando los resultados en potencial hídrico del agua. En los mismos árboles, y cuando el diseño lo requiera, se podrá complementar con mediciones de conductancia estomática mediante porómetro ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en días representativos para relacionar estado hídrico y apertura estomática.

Los productos de la base Fase 3 son: Informes bimestrales de riego y suelo, con indicadores de eficiencia y sanidad radicular.

Fase 4. Seguimiento de crecimiento y productividad (meses 4–12): El adjudicatario deberá implementar un programa de monitoreo agronómico que, como mínimo, contemple la evaluación bimestral de crecimiento vegetativo de brotes vegetativos y brotes florales, registro de fenología: fecha de inicio y término de floración, porcentaje de panículas determinadas e indeterminadas, cuantificación de retención de fruto y caída fisiológica, seguimiento del crecimiento de fruto, en cosecha realizar medición de número y kg de frutos por árbol, distribución de calibres y % descarte, diferenciando sector protegido vs. control.

En esta fase se evaluará el efecto de la protección sobre el crecimiento vegetativo y la respuesta productiva del palto. En cada sector, protegido y control, se seleccionarán y marcarán al menos 15 árboles representativos, distribuidos en el interior del bloque, evitando bordes. En cada árbol se identificarán 4 brotes vegetativos y 4 brotes mixtos (con panículas), los que serán marcados de manera permanente.

El crecimiento de brotes se medirá cada 30 días, registrando la longitud de cada brote (cm) desde la base marcada hasta el ápice y clasificando su vigor visualmente, en tres estados, débil, medio, fuerte. A partir de estas mediciones se estimará el crecimiento promedio por árbol y por sector, permitiendo comparar el efecto del microclima protegido sobre la elongación y el vigor. En paralelo, se podrá calcular el área de sección transversal del tronco (cm^2) en los mismos árboles, como indicador complementario de vigor estructural. Cada 30 días se debe medir el crecimiento vegetativo mediante la longitud de brotes, y su área de sección transversal de brote en al menos 15 brotes vegetativos y 15 brotes florales por árbol, sobre un mínimo de 15 árboles por sector.

Para el seguimiento de la floración se registrará, en cada árbol seleccionado, la fecha de inicio de floración con 10% de panículas abiertas y de término con 90% de panículas senescentes. En cada árbol se cuantificarán al menos 50 panículas florales, clasificándolas como determinadas o indeterminadas y registrando el porcentaje de cada tipo. Sobre ese mismo conjunto de panículas, se contará el número de frutos cuajados por panícula en dos o tres momentos clave, con el fin de estimar la retención de fruta y la intensidad de caída fisiológica.



En cosecha, se realizará un conteo y pesado completo de la producción por árbol en los 15 árboles marcados por sector. Se registrarán el número total de frutos y el peso total indicado como kg/árbol, distribuyendo la producción en clases de calibre según la categoría comercial utilizada considerando, por ejemplo, en mm o rangos estándar de la industria. Para una submuestra representativa, por ejemplo, 20–30 frutos por árbol o por sector se evaluará la uniformidad de tamaño y forma, diámetro ecuatorial, y calidad interna. Estos registros permitirán comparar productividad, estructura de calibres y calidad entre sector protegido y control, aportando evidencia directa sobre el impacto del sistema de protección en la rentabilidad potencial del cultivo.

Para la optimización del sistema de control y seguimiento, el ejecutor deberá consolidar todos los datos en una planilla única por sector (suelo, planta, clima, riego aplicado) y construir gráficos simples: evolución del contenido de agua, potencial hídrico y lámina aplicada vs. crecimiento y rendimiento. Quincenalmente se revisarán estos indicadores con el productor para ajustar duración y frecuencia de riego, definir eventuales riegos de lavado y documentar las decisiones, dejando trazabilidad de cómo los sensores y las mediciones fisiológicas respaldan las mejoras de manejo.

Resumen de mediciones en planta:

Estado Fenológico	Medición
Pre-floración	Crecimiento vegetativo (diámetro de ramas, brotes), potencial hídrico xilemático y conductancia estomática.
Plena Floración	Modulación microclimática (T°, HR, Viento, PAR). potencial hídrico xilemático y conductancia estomática. Inicio y duración de la floración. Porcentaje de panículas determinadas e indeterminadas
Retención de Fruta / Caída Fisiológica	Número de frutos por panículas determinadas e indeterminadas retención de fruta. Potencial hídrico xilemático y conductancia estomática.
Crecimiento del Fruto	Modulación microclimática (T°, HR, Viento, PAR) diámetro ecuatorial de 15 frutos por árbol
Cosecha	Número y kg de frutos por árbol y por cm ² , ASTT, calibre promedio, uniformidad de calibre, % descarte por russet, golpe de sol.

Los productos de la base Fase 4 son: Informes intermedios de temporada y base de datos consolidada para análisis estadístico.

Fase 5. Sistematización y transferencia (meses 13–15): El adjudicatario deberá realizar el análisis estadístico comparativo entre sector protegido y control para variables de microclima, riego, crecimiento y productividad, elaborar un informe final técnico-económico, que incluya descripción del diseño, resultados, interpretación, análisis costo-beneficio y recomendaciones para escalamiento, preparar al menos 2 fichas técnicas sobre diseño y manejo de estructuras de protección en palto en Copiapó, manejo de riego y suelo bajo cubierta. En esta fase se integrarán y analizarán de manera estructurada todos los datos generados durante el piloto, con el fin de comparar el desempeño del sector protegido versus el control y traducir los resultados en un protocolo tecnológico replicable para paltos protegidos en Copiapó.

En primer lugar, se consolidarán en una base única los registros de microclima como temperatura, humedad relativa, radiación, velocidad de viento, riego (m³/ha por evento y por temporada, frecuencia, horas de funcionamiento), crecimiento (longitud de brotes, ASTT, vigor), productividad (kg/árbol, número de frutos/árbol) y calidad (distribución de calibres, % materia seca). Todas las variables se expresarán en unidades estándar: °C, %, W/m² o μmol m⁻² s⁻¹, m/s, m³/há, cm, cm², kg/árbol, frutos/árbol, mm de calibre, % materia seca. Se utilizará un diseño estadístico sencillo y robusto con dos manejos: sector con protección y sector sin protección o control, organizados en un diseño de bloques completos al azar (RCBD). Cada bloque incluirá ambos tratamientos, ubicados en condiciones lo más homogéneas posible de suelo y edad de árboles.



De manera referencial, se podrán definir al menos 4 bloques, y en cada bloque se seleccionará una parcela protegida y una parcela control, marcando en cada una un número fijo de árboles, por ejemplo, 15 árboles por tratamiento que serán siempre los mismos durante todo el piloto. El árbol será la unidad experimental para las variables de crecimiento, floración, cuaja, rendimiento y calidad; en cambio, para variables de microclima y riego la unidad será la parcela o bloque, asociada al sensor o caudalímetro instalado.

Para cada variable se calcularán medias, desviación y error estándar por tratamiento. La comparación entre manejo con protección y sin protección se realizará mediante una prueba t de Student para dos medias independientes o, alternatively, un ANDEVA simple con tratamiento como único factor, utilizando un nivel de significancia de $p \leq 0,05$. Cuando sea necesario, se revisarán supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, aplicando transformaciones simples (logaritmo o raíz cuadrada) para estabilizar la variabilidad antes del análisis.

Con base en estos resultados se elaborará un protocolo tecnológico para palto protegido en Copiapó, que incluirá: criterios para seleccionar sectores y suelos, parámetros mínimos de diseño de la estructura como dimensiones, altura, tipo de malla o plástico, recomendaciones de manejo de riego bajo cubierta como ajustes de láminas, frecuencia, monitoreo con sondas y potencial hídrico, y lineamientos de monitoreo de crecimiento, floración, cuaja y cosecha. Este protocolo se complementará con fichas técnicas sintetizando, en formato práctico, el diseño del sistema, la operación del riego y los principales resultados de crecimiento y productividad esperados.

Paralelamente se desarrollará un análisis costo-beneficio de la estructura y del sistema de monitoreo, considerando costos de inversión en estructura, sensores, instalación y operación considerando mantención, reposición, energía versus beneficios estimados en términos de incremento de rendimiento, mejora de calibre, estabilidad de producción y posibles ahorros de agua o energía. Se elaborará un resumen ejecutivo con indicadores como relación beneficio/costo y periodo de recuperación de la inversión, que sirva de insumo para la toma de decisiones de productores y agencias de fomento. Finalmente, los resultados y el protocolo se difundirán mediante un informe final y actividades de transferencia dirigidas a productores y asesores de la Región de Atacama.

Los productos de la base Fase 5 son: informe final, fichas técnicas y registro de actividad de transferencia.

Sin perjuicio de los requerimientos mínimos establecidos en cada una de las fases, el oferente podrá proponer el uso de equipos, sensores o configuraciones de monitoreo alternativas, así como circuitos de medición distintos a los descritos, siempre que permitan capturar información equivalente o superior en términos de calidad, frecuencia y representatividad de los datos requeridos para la evaluación del piloto. Dichas propuestas deberán contar con respaldo técnico y justificarse adecuadamente en la oferta, para que el Agente Operador Intermediario pueda verificar el cumplimiento de los objetivos y el alcance del proyecto.

8.- CONTENIDO MÍNIMO DE LAS PROPUESTAS

La propuesta debe contener al menos la siguiente información: Datos Generales del Postulante:

- Razón Social y Rut de la empresa o persona natural.
- Dirección y teléfono.
- Nombre jefe(a) de Proyecto (JP), Correo electrónico JP y teléfono JP.

La Empresa Asesora deberá entregar una Propuesta Técnica que contenga como mínimo la siguiente información:

- I. Identificación de los profesionales que constituyen el equipo de trabajo a cargo de las acciones que involucra la prestación de servicios, señalando el nivel académico, experiencia profesional, las competencias de cada uno y la cantidad de horas dedicadas al proyecto.
- II. Currículums actualizados de cada uno de los profesionales comprometidos, informando la experiencia en las actividades a realizar.



III. Identificación detallada de la metodología a utilizar para la correcta ejecución del piloto, de manera tal que el AOI pueda conocer en detalle el alcance y nivel de profundidad con el que el consultor abordará esta consultoría. La metodología deberá considerar, como mínimo, los procedimientos de diseño, instalación, operación, monitoreo, medición y análisis de resultados del piloto, incluyendo tanto las actividades en terreno como las actividades administrativas y de coordinación necesarias para su correcta implementación. La propuesta metodológica deberá ser coherente con las fases, objetivos y productos definidos en el presente TDR, e incorporar mecanismos de control, seguimiento y aseguramiento de la calidad de la información generada.

Adicionalmente, se deberá incluir una matriz de riesgos asociada a la ejecución del piloto, identificando riesgos técnicos, operativos y de coordinación, junto con las medidas de mitigación propuestas.

IV. Plan de Trabajo para el desarrollo de la consultoría el cual debe ser consistente a la metodología presentada. Este plan debe contener un programa detallado según plan de trabajo. Finalmente, el Plan debe contener un Programa de Actividades (Carta Gantt) que refleje el plazo de ejecuciones de cada una de las actividades del programa, donde también se destaquen los puntos críticos de cumplimiento y el responsable de cada uno.

El oferente podrá proponer mejoras, ajustes o adaptaciones a la metodología descrita en estos TDR, siempre que dichas modificaciones no impliquen una disminución del estándar técnico mínimo exigido y cuenten con un respaldo técnico y metodológico debidamente fundamentado en la propuesta.

9.- PARTICIPANTES DE LA LICITACIÓN

Podrán participar como oferentes todas aquellas empresas o profesionales que tributen en primera categoría ante el Servicio de Impuestos Internos (SII).

Las empresas y/o profesionales deberán adjuntar, como parte de los antecedentes de la propuesta, el currículum empresarial y/o currículum personal, según corresponda.

En el caso de profesionales que se presenten de forma individual o como parte de una empresa, estos deberán contar con formación profesional o técnica pertinente al objeto del piloto y acreditar experiencia comprobable en las materias asociadas a la ejecución del proyecto, tales como manejo agronómico, riego, suelo, microclima, estructuras de protección, monitoreo productivo u otras relacionadas.

Como referencia mínima, el jefe(a) de proyecto o profesional responsable deberá acreditar al menos 2 años de experiencia relevante en proyectos, asesorías o pilotos similares. Para ello, se deberá adjuntar el currículum vitae de cada integrante del equipo de trabajo propuesto, donde se detalle su experiencia, formación y rol en el proyecto, junto con copia simple del título profesional o técnico y, cuando corresponda, estudios de postgrado.

En el caso de personas naturales que postulen en forma individual, deberán además adjuntar, como antecedente administrativo, un certificado vigente que acredite su situación de deuda de pensiones de alimentos, emitido por la entidad competente, en cumplimiento de la normativa vigente.

En el caso de oferentes que cuenten con dirección comercial registrada ante el SII en la Región de Atacama, esta condición podrá ser considerada como un criterio adicional de ponderación en el proceso de evaluación de las propuestas, sin que ello tenga carácter excluyente.

10.- PLAZOS Y PRESUPUESTO DE LA CONSULTORIA Y/O ASESORÍA

Se realizará licitación abierta, el Agente Operador Intermediario GEDES publicará los presentes Términos de Referencia en su plataforma web por un plazo de 10 días hábiles. Durante dicho período, se considerará un plazo de 4 días hábiles para la realización de consultas por parte de los oferentes, las cuales serán respondidas dentro de los plazos que se indiquen en el proceso de licitación.

Los oferentes tendrán un plazo máximo de 10 días hábiles, contados desde la publicación de los TDR, para presentar sus propuestas a través de los medios que el AOI defina y comunique oficialmente en el llamado a licitación. Las propuestas serán evaluadas de acuerdo con los criterios técnicos y administrativos establecidos en las presentes bases, en un plazo máximo de 5 días hábiles desde el cierre de la recepción de ofertas.



El plazo máximo de ejecución del servicio será de hasta 15 meses, contados desde la fecha de suscripción del contrato entre las partes, pudiendo ajustarse según acuerdo fundado entre el AOI y el adjudicatario, sin alterar los objetivos del piloto.

El presupuesto máximo disponible para la ejecución de la consultoría asciende a la suma de \$26.800.000 (veintiséis millones ochocientos mil pesos), impuestos incluidos, para el período total de ejecución. En ningún caso se aceptarán propuestas que superen este monto.

El pago del servicio se realizará en tres pagos asociados al cumplimiento y aprobación de los productos comprometidos, de acuerdo con la siguiente estructura referencial, la cual podrá ser ajustada fundadamente en la propuesta del oferente, previa aprobación del AOI:

- Anticipo: hasta un 30% del monto total, contra firma del contrato y entrega de la garantía que corresponda.
- Desembolso: hasta un 30% del monto total, contra aprobación del primer informe de avance, asociado a un hito relevante del cronograma de actividades.
- Desembolso: hasta un 40% del monto total, contra aprobación del informe final del piloto.

Durante el período de ejecución, se considerará la realización de al menos una reunión de seguimiento cada 30 días entre el equipo ejecutor y el equipo del programa IFI Frutícola, con el objetivo de revisar avances, levantar observaciones y acordar ajustes necesarios para el adecuado cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Los pagos se efectuarán contra la aprobación de los informes correspondientes, presentación de la factura respectiva y entrega de los antecedentes administrativos exigidos, tales como formulario F30 y certificado de Tesorería General de la República que acredite no mantener deudas fiscales.

11.- ENTREGABLES

El adjudicatario deberá entregar, como mínimo, los siguientes productos asociados a cada fase del piloto, los cuales serán revisados y aprobados por el Agente Operador Intermediario y el equipo del programa IFI Frutícola. La aprobación de estos entregables será condición para la validación de avances y el pago de los hitos correspondientes.

Fase 1. Línea base y diseño del piloto

- Informe de línea base y diseño experimental del piloto, que incluya la caracterización edafológica, hídrica y climática del predio, diagnóstico productivo y fitosanitario inicial, delimitación y justificación técnica del sector bajo protección y del sector control, y definición del diseño comparativo a utilizar.

Fase 2. Instalación de estructura y sistema de monitoreo

- Informe de diseño y memoria técnica de la estructura de protección aérea y del sistema de sensores instalados.
- Registro fotográfico de la instalación.
- Acta de recepción provisional de la estructura y de los equipos de monitoreo.

Fase 3. Manejo de riego y suelo en ambiente protegido

- Informes técnicos bimestrales de riego y suelo, que incluyan indicadores de eficiencia en el uso del agua, estado hídrico de la planta, dinámica de humedad del suelo, control de salinidad, ajustes de programación y bitácoras de manejo.

Fase 4. Seguimiento agronómico y productivo

- Informes intermedios de temporada con resultados del seguimiento de crecimiento vegetativo, fenología, cuaja, retención de fruta, rendimiento y calidad, diferenciando sector protegido y sector control.
- Base de datos consolidada con la información generada durante el piloto, estructurada para su análisis estadístico.

Fase 5. Sistematización y transferencia

- Informe final técnico-económico del piloto, que incluya resultados, análisis comparativo entre sector protegido y control, interpretación técnica, análisis costo-beneficio y recomendaciones para escalamiento.



- Al menos dos fichas técnicas orientadas a la transferencia del paquete tecnológico, asociadas al diseño de la estructura de protección y al manejo de riego y suelo bajo cubierta en paltos en el Valle de Copiapó.
- Registro de actividades de transferencia realizadas, tales como jornadas técnicas, visitas a terreno u otras acciones de difusión definidas en el proyecto.

Todo lo anterior debe ser entregado en formato físico y digital, asegurando que el beneficiario cuente con toda la información necesaria para utilizar, operar y mantener adecuadamente lo entregado o implementado en el marco del proyecto. El Contratista deberá entregar a Gedes cada informe en formato PDF, incluyendo todos los archivos que resuman los resultados y las planillas utilizadas en los cálculos correspondientes, vía Dropbox, Google Drive u otro mecanismo similar. Se informará la vía formal de entrega de estos informes al Proveedor adjudicado.

Cualquier retraso en la entrega de informes u otros productos debe ser justificado por escrito y aprobado por la contraparte técnica. Los incumplimientos injustificados podrán derivar en el término anticipado del contrato o en la aplicación de medidas correctivas.

12.- CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la oferta técnica se efectuará a partir de los antecedentes contenidos en la misma, sobre la base de una escala de notas de 1 a 5. El puntaje técnico de cada oferta corresponderá al promedio de los puntos asignados por cada evaluador en cada ítem evaluado, ponderado luego por el ponderador indicado. Los ponderadores se indican en el cuadro siguiente:

Criterios Técnicos	Ponderación
Factor 1: Calidad de la propuesta técnica	40%
Subfactor 1.1: Metodología propuesta	20%
Subfactor 1.2: Plan de trabajo para la ejecución del servicio	20%
Factor 2: Competencias y experiencia de la consultora	40%
Subfactor 2.1: Conocimiento y experiencia técnica del proponente en el diseño, desarrollo e implementación de estudios similares al presente servicio	25%
Subfactor 2.2: Conocimiento y experiencia técnica del equipo de trabajo en el diseño, desarrollo e implementación de estudios similares al presente servicio	15%
Criterio Formal	5%
Factor 3: Presentación Formal de la propuesta	5%
Factor 4: Territorialidad	15%
Subfactor 4.1: El Proponente cuenta con domicilio comercial en la región de Atacama según SII.	15%

13.- COORDINACIÓN GENERAL

Para efectos de coordinación del programa y de los resultados esperados, la empresa asesora o el profesional que se adjudique la consultoría deberá coordinarse directamente con el equipo gestor del programa IFI Frutícola como contraparte del programa y con el ejecutivo que el Agente Operador Intermediario GEDES designe para tales efectos.

Además, deberá participar, como mínimo, de una reunión al inicio de la asesoría para el ajuste metodológico del piloto, de reuniones de seguimiento cada quince días durante el período de ejecución, y de una reunión final de presentación de los resultados obtenidos al término del trabajo realizado.

14.- COMISIÓN EVALUADORA

La comisión Evaluadora de las ofertas estará integrada por:

- 1) Mario Bown, Gerente de GEDES Atacama.
- 2) Claudio Henriquez, Profesional SEREMI de Agricultura
- 3) Rodrigo Rojas, Director Programa IFI Frutícola.



15.- CONFIDENCIALIDAD

Toda la información relativa a terceros a la que la empresa tenga acceso con motivo de la presente contratación tendrá el carácter de confidencial. En consecuencia, dicha información deberá mantenerse en carácter de reservada, respondiendo la empresa de todos los perjuicios que se deriven de la infracción de esta obligación.

La empresa deberá dar cumplimiento a la Ley N°19.628, sobre Protección de la Vida Privada y cuando proceda será considerada entidad “receptora” de datos personales que reciba, por lo que, de conformidad a lo dispuesto en la Ley N°19.628, se obligará a dar cumplimiento a dicha norma, lo que implicará entre otras acciones las siguientes:

- Sólo usará los datos para los fines que motivaron su obtención, de acuerdo a lo señalado en las presentes bases de licitación;
- Estará obligada a guardar secreto y absoluta confidencialidad respecto de los datos que les serán confiados para su tratamiento;
- Deberá adoptar las medidas de índole técnica y organizativa necesarias que garanticen la seguridad de los datos que reciba y en especial de los datos de carácter personal, evitando su alteración, pérdida, sustracción, tratamiento o acceso no autorizado, habida cuenta del estado de la tecnología, la naturaleza de los datos almacenados y los riesgos a que estén expuestos, ya provengan de la acción humana o del medio físico o natural;
- Deberá enviar a GEDES y al equipo gestor del IFI Frutícola los datos y resultados obtenidos en el estudio. Dicha información deberá ser entregada en un formato que permita su uso.
- La empresa se obligará así mismo, a no mantener, ni a transferir a ningún título, los datos obtenidos en virtud de la presente contratación.



ANEXOS

"Acta de Compromiso de Subcontratación"

En [Ciudad], a [día] de [mes] de [año], comparecen [Nombre de la Empresa Contratante], RUT N° [XXXXXX-X], representada por [Nombre Representante Legal], en adelante "La Contratante", [Nombre de la Empresa Subcontratada], RUT N° [XXXXXX-X], representada por [Nombre Representante Legal], en adelante "La Subcontratista".

Ambas partes declaran y acuerdan lo siguiente:

PRIMERO: ANTECEDENTES

En el marco del proceso de licitación pública/privada denominado "[Nombre de la Licitación]", La Contratante ha considerado la participación de La Subcontratista para la ejecución de parte de las prestaciones objeto del contrato, conforme a lo señalado en su oferta técnica y económica.

SEGUNDO: OBJETO DEL COMPROMISO

La Subcontratista se compromete a ejecutar las actividades y/o servicios descritos y asignados en la propuesta del oferente, conforme a las condiciones, plazos y estándares de calidad acordados con La Contratante.

TERCERO: CUMPLIMIENTO LEGAL Y CONTRACTUAL

La Subcontratista declara que cumplirá con toda la normativa legal, laboral, previsional, de seguridad y salud en el trabajo, así como con las políticas internas de La Contratante que le sean aplicables durante la ejecución del contrato.

CUARTO: OBLIGACIONES ESPECÍFICAS

- a) Contar con personal capacitado y acreditado para la ejecución de los trabajos.
- b) Mantener al día el pago de remuneraciones, cotizaciones previsionales y obligaciones tributarias.
- c) Cumplir con las normativas de seguridad, medio ambiente y calidad exigidas por La Contratante.

QUINTO: CONFIDENCIALIDAD

La Subcontratista se obliga a mantener en estricta reserva toda la información técnica, comercial o de cualquier naturaleza a la que tenga acceso durante la ejecución de los trabajos.

SEXTO: VIGENCIA

Este compromiso tendrá vigencia desde su firma y hasta la completa ejecución de las obligaciones asumidas por la Subcontratista, sin perjuicio de las responsabilidades posteriores que pudieran derivar de su incumplimiento

Firma Rep. Legal Empresa Contratante
Subcontratista

Nombre Representante Legal

RUT Representante Legal

Nombre Empresa Contratante

Firma Rep. Legal Empresa

Nombre Representante Legal

RUT Representante Legal

Nombre Empresa Subcontratista

