



INFORME TECNICO FINAL

Nombre del proyecto	Utilización de especies vegetales suculentas con potencial agroproductivo como alternativa de diversificación sustentable en zonas áridas
Código del proyecto	PYT-2016-0151
N° informe	Final
Período informado (considerar todo el período de ejecución)	desde el 02/05/2016 hasta el 29/05/2020
Fecha de entrega	30/06/2020

Nombre coordinador	María Loreto Prat del Río
Firma	

INSTRUCCIONES PARA CONTESTAR Y PRESENTAR EL INFORME

- Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.
- Sobre la información presentada en el informe:
 - Debe dar cuenta de todas las actividades realizadas en el marco del proyecto, considerando todo el período de ejecución, incluyendo los resultados finales logrados del proyecto; la metodología utilizada y las modificaciones que se le introdujeron; y el uso y situación presente de los recursos utilizados, especialmente de aquellos provistos por FIA.
 - Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
 - Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
 - Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
 - Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero final y ser totalmente consistente con ella.
- Sobre los anexos del informe:
 - Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
 - Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
 - También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.
- Sobre la presentación a FIA del informe:
 - Se deben entregar tres copias iguales, dos en papel y una digital en formato Word (CD o pendrive).
 - La fecha de presentación debe ser la establecida en el Plan Operativo del proyecto, en la sección detalle administrativo. El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.
 - Debe entregarse en las oficinas de FIA, personalmente o por correo. En este último caso, la fecha válida es la de ingreso a FIA, no la fecha de envío de la correspondencia.
- El FIA se reserva el derecho de publicar una versión del Informe Final editada especialmente para estos efectos.

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES	4
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO.....	4
3.	RESUMEN EJECUTIVO	5
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	7
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).....	7
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE).....	8
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO.....	19
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO.....	21
9.	POTENCIAL IMPACTO.....	25
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO.....	26
11.	DIFUSIÓN.....	27
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES	27
13.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	28
14.	CONCLUSIONES	29
15.	RECOMENDACIONES	30
16.	ANEXOS.....	31
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	31

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Universidad de Chile
Nombre(s) Asociado(s):	- Frutícola S.A. - Sociedad Agrícola del Norte A. G. - Asociación Gremial Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (MUCECH)
Coordinador del Proyecto:	María Loreto Prat del Río
Regiones de ejecución:	Coquimbo
Fecha de inicio iniciativa:	02 de mayo de 2016
Fecha término Iniciativa:	29 de mayo de 2020

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Aporte total FIA	
Aporte Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario
	Total

Acumulados a la Fecha	
Aportes FIA del proyecto	
1. Total de aportes FIA entregados	
2. Total de aportes FIA gastados	
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes FIA	
Aportes Contraparte del proyecto	
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario
	No Pecuniario
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario
	No Pecuniario
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

En este periodo las actividades realizadas estuvieron concentradas en el cierre de las mediciones de campo en los ensayos que aún estaban en curso, la captura de información productiva de especies suculentas nativas y en la difusión de los resultados del proyecto mediante la publicación de los resultados del proyecto en medio de comunicación masivo.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

El proyecto tuvo como objetivo desarrollar y transferir tecnologías que permitan maximizar el potencial productivo de especies suculentas cultivadas y nativas como alternativas de diversificación sustentable en zonas áridas. En este sentido se trabajó con dos grupos de especies: suculentas cultivadas y nativas.

En el caso de las especies cultivadas, estas corresponden a tuna (*Opuntia ficus-indica*) y aloe vera (*Aloe barbadensis*), ambas especies son las únicas suculentas que son actualmente cultivadas en Chile con utilización agrícola. En una primera instancia hubo un trabajo de prospección de unidades productivas con estas especies. En el caso de tuna se contactó a 4 productores, representando a 5 huertos de tuna en las regiones de Coquimbo y Valparaíso. En el caso de aloe vera fue mucho complejo ubicar productores con unidades productivas que puedan definirse como huerto agrícola (con material homogéneo, marco de plantación, superficie mínima) debido a que es un cultivo muy escaso. Finalmente se contactó a 2 productoras de la Región de Coquimbo. En todos los huertos se identificaron las brechas productivas para cada condición y se diseñó un plan de trabajo específico para cada huerto con el objetivo de implementar ensayos de manejos agronómicos estratégicos que permitiesen aumentar la rentabilidad y/o producción de estos cultivos. En el caso de tuna las principales brechas identificadas tuvieron relación con una alta concentración estacional de la producción que generaba que parte importante de la fruta cosecha tuviera bajos precios en el mercado por exceso de oferta. Otras brechas estuvieron relacionadas a desconocimiento de requerimientos hídricos reales del cultivo. En el caso de aloe vera las principales brechas detectadas fueron el desconocimiento de los requerimientos hídricos del cultivo y limitantes como la alta radiación solar presente en las zonas de cultivo. Para esto se montaron ensayos de

manejos dirigidos a solucionar estas brechas y que permitieron tener resultados promisorios.

En relación a las especies nativas, se realizó un trabajo que consistió en la prospección de especies suculentas nativas con potencial agroproductivo, considerando como criterio para su selección el hecho que tengan frutos u otros órganos aptos para el consumo humano y que además presenten atributos que puedan suponer un potencial comercial. Se identificó a un total de 12 especies nativas que cumplen con estas características. Para estas especies se realizaron campañas de prospección entre las regiones de Arica y Parinacota y el Maule, a fin de identificar las poblaciones silvestres, conocer experiencias productivas y coleccionar muestras de frutos para su caracterización tecnológica. Para 7 especies se pudo realizar una caracterización con análisis descriptivos a nivel físico-químico y sensorial y para 3 especies se pudo levantar información productiva al establecerse una unidad de huerto piloto.

Tanto para las especies cultivadas como para las nativas más promisorias se realizó un análisis de viabilidad técnica y económica de estas especies, que se pudo realizar con la información levantada de las unidades productivas de los productores que participaron del proyecto como de la unidad piloto generada en el proyecto. Estos resultados permitieron tener estimaciones reales de la rentabilidad asociada a cada especie y constituyen una herramienta para la toma de decisiones para agricultores e inversores en general.

A lo largo del proyecto se realizaron actividades de extensión y difusión de los resultados obtenidos, con el objetivo de fomentar el conocimiento y uso de las especies suculentas. Las actividades consistieron en seminarios, días de campo, participación en congresos (nacional e internacional) y la publicación de reportajes en medios masivos (Revista del Campo y Mundoagro).

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar y transferir tecnologías que permitan maximizar el potencial productivo de especies suculentas cultivadas, promisorias y nativas como alternativas de diversificación sustentable en zonas áridas.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto ¹
1	Aumentar el rendimiento y rentabilidad en huertos de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y aloe vera (<i>Aloe barbadensis</i>) a través de manejos agronómico estratégicos (riego, poda, fertilización y/o raleo) y uso germoplasma seleccionado.	100%
2	Bioprospectar variedades y/o clones de suculentas cultivables, promisorias y nativas con potencial agroproductivo.	67%
3	Análisis de viabilidad técnica y económica de las especies	100%
4	Fomentar el conocimiento y uso de suculentas mediante actividades de transferencia tecnológica.	100%

¹ Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

6.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.

El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

N O E	N O R E	Resultado Esperado ² (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ⁸	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³	Fórmula de cálculo ⁴	Línea base ⁵	Meta del indicador ⁶ (situación final)	Fecha alcance meta programada ⁷		
1	1	Aumento del rendimiento en huertos de nopal y aloe vera a través de manejos agronómicos estratégicos y uso de germoplasma seleccionado	Aumento de rendimiento de nopal y aloe vera	Rendimiento Final = 1.4 * Rend. Inicial	Rend. Inicial en función de visitas a 5 huertos comerciales (Ej: Rend. Inicial Tuna = 5 ton/ha)	Final = 1.4 * Rend. Inicial (7 ton/ha)	Abril 2019	Abril 2020	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

A la fecha de término del proyecto se implementaron 10 ensayos en tuna y 2 ensayos en aloe vera. Estos ensayos se numeran a continuación:

Tunas:

- Ensayo SCOZZOLATURA huerto CATEMU agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo SCOZZOLATURA huerto ROMERAL agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo SCOZZOLATURA huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo RALEO DE FLORES huerto agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo RALEO DE FLORES huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo PODA/ENMIENDA huerto agricultor Rodolfo Villar
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto CATEMU agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto ROMERAL agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo RIEGO huerto agricultor Gabriel Michea

Aloe vera:

- Ensayo RIEGO/SOMBRA huerto agricultora Rosa Cortés
- Ensayo RIEGO/SOMBRA huerto agricultora Hisako Ikeda

² Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

⁴ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

⁵ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

⁶ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

⁷ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

⁸ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Anexo n°1. Informe de ensayos

Nº O E	Nº R E	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada		
2	2	Especies suculentas nativas con potencial agroproductivo colectadas, descritas y establecidas en Las Cardas	Descripción de compuestos bioactivos en suculentas nativas	Nº Suculentas nativas descritas ≥ 12	6	12	Abril 2019	50	
			Suculentas nativas establecidas en Las Cardas	Nº Suculentas nativas establecidas en Las Cardas ≥ 6	5	6	Febrero 2020	83	

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

1. Cinco de estas especies han sido descrito a través de evaluaciones tecnológicas:

Corryocactus brevistylus (nombre común: Rumpa)

Echinopsis atacamensis (nombre común: Pasakana)

Tunilla Soehrensii (nombre común: Airampo)

Browningia candelaris (nombre común: Cactus candelabro)

Eulychia iquiquensis (nombre común: Copao de iquique)

Haageocereus chilensis (nombre común: Macza)

2. Cinco especies de suculentas nativas con potencial agrícola se llevaron a la Estación Experimental Las Cardas para su establecimiento en una unidad experimental-demostrativa. Estas especies son:

Haageocereus chilensis (nombre común: Macza)

Echinopsis ferox (nombre común: Sancave)

Puya chilensis (nombre común: Chagual)

Puya berteroniana (nombre común: Chagual o Cardón)

Puya coquimbensis (P. venusta) (nombre común: Chagualillo)

La especie *Corryocactus brevistylus* (nombre común: Rumpa) no se pudo enraizar y no fue posible establecerla en la unidad experimental.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)
 Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Propiedad	Unidad	Descripción
Fenoles Totales	mg EAG/100g PF	Se determinó de acuerdo al método de Singleton y Rossi (1965) con el reactivo de Folin-Ciocalteu. Se utilizan diferentes concentraciones de ácido gálico como estándar para calcular el contenido de fenoles totales, expresados como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) en 100 g de muestra en peso fresco. Los compuestos fenólicos tienen reconocidas propiedades antioxidantes.
Capacidad antioxidante ORAC	µmoles Eq TROLOX/100 g	Se determinó con el método ORAC utilizando fluoresceína como sonda de fluorescencia en un equipo BioTek FLx 800 Multi-detection Microplate Reader (Dávalos et al., 2004). Se utiliza para medir la capacidad antioxidante de los alimentos, especialmente en mezclas complejas como las pulpas de fruta, y la equivalencia de Trolox (análogo de la Vitamina E) se utiliza como referencia para estimar la capacidad antioxidante de una mezcla de este tipo.
Contenido de Vitamina C	mg de ácido ascórbico/100 g de peso fresco	Se determinó por HPLC de acuerdo a la metodología señalada por Imán et al. (2011). Se estima el contenido de ácido ascórbico.

En base a estas componentes la especie *Haageocerus chilensis* fue la que mostró la mayor capacidad antioxidante (3167 ± 153 µm eq. Trolox/100 g) y también el mayor contenido de Vitamina C (35.43 ± 1.82 mg de ácido ascórbico/100 mL). Por otra parte, esta misma especie fue la que obtuvo mayor aceptabilidad (11.2 ± 2.4) al ser evaluada en un panel sensorial. Considerando estos atributos se puede concluir que *Haageocerus chilensis* es la especie que presenta frutos con mayor potencial de utilización comercial dentro de las especies evaluadas.

Anexo 2: Fotografías especies establecidas en Estación Experimental Las Cardas, Región de Coquimbo.

Anexo 3: Evaluaciones tecnológicas de suculentas nativas

El trabajo “Physical, chemical and sensory characteristics of three native cactus fruits from northern Chile” fue enviado en formato resumen al X International Congress on Cactus Pear and Cochineal con fecha 29 de agosto de 2019. Este congreso se iba a realizar de manera presencial en Túnez a inicios de 2020. Lamentablemente por problemas propios de la institución organizadora el congreso presentó un atraso en su ejecución, a lo que se sumó posteriormente la situación sanitaria mundial por COVID-19. Por estas razones el trabajo no pudo ser presentando durante la ejecución del proyecto, sin embargo, se considera su presentación ante la reactivación de la organización del congreso y que se realizaría de manera online. Se anexa copia de mail de confirmación de recepción del resumen y se adjunta link del resumen disponible en sitio web de la institución organizadora.

<https://www.actahort.org/members/symposiaa?action=abstractforcoauthor&abstractforcoauthorlink=zKXKoXMbAcBb-18295-BEbkzKX>

Nº O E	Nº R E	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada		
3	3	Mercados y rentabilidad de negocios basados en especies suculentas identificados y descritos	Identificar mercados de nopal, aloe vera y nativas	Mercados para cada especie ≥ 3	Mercados de la R. de Coquimbo	Identificación y análisis de mercado para 3 especies	Enero 2019	Abril 2020	100
			Aumento de rentabilidad de nopal y aloe	Rentabilidad de nopal y aloe tecnificados = 1.2 * Rentabilidad Inicial	En función de visitas a 5 huertos comerciales		Enero 2019	Abril 2020	100
			Viabilidad técnico-comercial de especies nativas descritas	Rentabilidad positiva de suculentas cultivadas y nativas	0	3	Enero 2019	Abril 2020	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

1. Se identificaron mercados para las siguientes especies suculentas:
Se realizó un estudio de competitividad de especies suculentas nativas que consideró a las especies: chagual (*Puya sp.*), Copao (*Eulychnia acida*) y Guillave (*Echinopsis chiloensis*).

Se realizó un estudio de mercado de tuna (*Opuntia ficus-indica*).

2. Se realizaron análisis de viabilidad técnica-económica de los cultivos de tuna y aloe vera, y además para la especie chagual. Estos análisis recogen la información obtenida por medio del trabajo con productores de estos cultivos, en el caso de tuna y aloe vera, y la información levantada en la unidad productiva piloto de chagual establecida en Estación Experimental Las Cardas.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Anexo 4. Estudio de competitividad suculentas nativas: chagual, copao y guillave.

En el caso del copao (*Eulychnia acida*), el precio de la fruta no ha presentado variaciones significativas con respecto a la fecha del precio referencial publicado en el Estudio de Competitividad (año 2009), según se ha consultado con recolectores de copao, y que se debería principalmente a que el fruto en consumo en fresco tiene una aceptabilidad baja. Por esta misma razón los esfuerzos de los recolectores asociados es posicionar productos con agregación de valor en base a copao como pulpa, néctar de pulpa y mermeladas. En relación a su superficie, no se puede establecer su superficie como cultivada ya que su utilización productiva se basa en la recolección de frutos exclusivamente desde poblaciones silvestres. Por esta razón su superficie es por una parte difícil de estimar, y por otra es esperable que no presente variaciones importantes, como sería el caso de una especie cultivada.

En el caso de chagual los precios publicados en el Estudio corresponden a 2016, mismo año del estudio. El chagual comercializado como tallo o ensalada en bolsa (formato comercializado en ferias) no ha presentado variaciones significativas desde la publicación del Estudio, ya que su venta está asociada a un consumo tradicional, por personas que conocen el producto, y por lo tanto su demanda es estable.

Anexo 4. Estudio de mercado tuna

Anexo 5. Análisis de viabilidad técnica-económica de tuna, aloe vera y chagual.

Nº O E	Nº R E	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	
4	4	Transferencia tecnológica realizada	Asistentes a días de campo	Nº asistentes a días de campo \geq 90	26	90	Febrero 2020	29
			Asistentes a seminarios	Nº asistentes a días de seminarios \geq 160	120	160	Febrero 2020	75
			Publicación de publrreportaje	1 Publrreportaje publicado	1	1	Mayo 2020	Mayo 2020

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

A lo largo de la ejecución del proyecto se realizaron las siguientes actividades de transferencia tecnológica:

Seminarios

21 junio 2017, Ovalle

10 abril 2018, Ovalle

11 abril 2018, La Serena

3 diciembre 2019, Monte Patria

Días de campo

28 septiembre 2016, Monte Patria

22 noviembre 2018, Monte Patria

22 noviembre 2018, Manquehua

Dado que no pudo realizar el último día de campo debido a la actual situación sanitaria se solicitó reemplazar esta actividad por la publicación de un reportaje en un medio de difusión masivo del sector agrícola. Esta solicitud fue aprobada y se gestionó la publicación de un reportaje con los resultados del proyecto en la revista Mundoagro del mes de mayo de 2020.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Indicadores:

- a) Asistentes a días de campo: El avance en este indicador fue bastante menor a la meta definida debido a dos razones: i) baja convocatoria general de los días de campo y ii) no se pudieron realizar los últimos dos días de campo comprometidos debido a la situación sanitaria por COVID-19, razón por la cual estas actividades fueron reemplazadas por la publicación de un publrreportaje con los resultados del proyecto (cambio aprobado en carta UPP-A-N°783).
- b) Asistentes a seminarios: En el caso de los seminarios, las convocatorias fueron menores a las esperadas. En este punto no se pueden entregar mayores antecedentes que justifiquen el haber obtenido un porcentaje de asistentes menor al comprometido al momento de formular y presentar la iniciativa, aun cuando se hicieron adoptaron estrategias de difusión de las actividades.

Anexos. Listas de asistencia actividades de transferencia tecnológica.

Se anexan documentos que no pudieron ser visualizados anteriormente:

170621 - Tuna, Experiencias CEZA - Línea de Tiempo

Resúmenes de trabajos presentados en el IX Congreso

Experiencias productivas en el cultivo de tuna y aloe vera

Anexo. Reportaje con resultados del proyecto publicado en revista Mundoagro.

6.2 Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

En el caso del objetivo específico número 2 y su resultado “Especies suculentas nativas con potencial agroproductivo colectadas, descritas y establecidas en Las Cardas” no se pudo cumplir con el 100% de lo establecido como meta al inicio del proyecto.

La justificación para esto radica en que en algunas de estas especies no fue posible encontrar muestras de frutos para la realización de los diversos análisis. Este fue el caso de las especies Sancave (*Echinopsis ferox*) y Guillave (*Echinopsis chiloensis*), ubicadas en el norte grande y chico respectivamente. Dadas las condiciones de bajas precipitaciones en sus respectivas zonas geográficas en las diversas campañas realizadas no se encontraron frutos disponibles para su recolección.

Por otra parte, en el caso de las especies de chagual (*Puya chilensis*, *P. berteroniana* y *P. venusta*), estaba considerado realizar el análisis de sus tallos en marzo de 2020, de manera de alcanzar a recolectar la mayor cantidad de tallos de tamaño comercial, lo que no fue posible dada la situación sanitaria que afectó al país y que obligó a cerrar los laboratorios de la Facultad de Cs. Agronómicas de la Universidad de Chile, lugar en donde se ha realizado la caracterización de muestras al contar con el equipamiento necesario.

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Situación sanitaria por COVID-19	Imposibilidad de realizar últimas actividades de transferencia tecnológica	Se reemplazan estas actividades por la publicación de publrreportaje con resultados del proyecto en medio de comunicación especializado del sector agrícola, de manera de asegurar el acceso de agricultores y otros actores del agro a los resultados del proyecto.

Hitos críticos	Fecha programada de cumplimiento	Cumplimiento (SI / NO)	Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)
Competitividad de cactáceas nativas y pitahaya	Agosto 2016	SI	Informe de Rendición N°2. Anexo 1: Estudio de Competitividad Suculentas Nativas
Identificación y descripción de brechas tecnológicas actuales en el cultivo del nopal y el aloe vera	Diciembre de 2016	SI	Informe de Rendición N°3. Anexo 1: Análisis técnicos de huertos comerciales.
Aumento del rendimiento del nopal y aloe vera mediante la aplicación de manejos agronómicos y uso de germoplasma seleccionado	Abril de 2019	SI	Informe de Rendición N° 8. Anexo 2: Informe de ensayos diciembre 2019
Selección de especies nativas de interés y establecimiento de rutas de prospección	Agosto 2016	SI	Informe de Rendición N°2. Anexo 2: Listado de especies suculentas nativas
Comunidades de especies nativas	Marzo de 2018	SI	Informe de Rendición N°3.

localizadas y georreferenciación			Anexo 2: Informes de campañas de prospección Informe de Rendición N°5. Anexo 3: Informes de campañas de prospección
Especies nativas descritas desde puntos de vista organolépticos y bioactivos	Abril de 2019	NO	Informe de Rendición Final. Anexo 3.
Especies nativas promisorias establecidas en banco de germoplasma en Las Cardas	Febrero de 2020	SI	Informe de Rendición Final. Anexo 2.
Mercados para especies suculentas identificados	Enero de 2019	SI	Informe de Rendición Final. Anexo 4.
Viabilidad técnico-económica del uso de especies suculentas determinada	Enero de 2019	SI	Informe de Rendición N° 8. Anexos 4 y 5
Capacitación de 90 agricultores a través de días de campo	Febrero de 2020	NO	Informe de Rendición Final. Anexo 6.
Transferencia de resultados intermedios y finales mediante la realización de seminarios	Febrero de 2020	SI	Informe de Rendición N° 8. Anexos 6, 7 y 8
Trabajos científicos presentados en congresos nacionales	Octubre de 2019	SI	Informes de Rendición: N° 3, anexo 7 N° 6, anexo 2 N° 8, anexo 10
Fichas técnicas publicadas y entregadas a beneficiarios	Febrero de 2019	SI	Informe de Rendición N° 8. Anexo 9
Resultados, fichas técnicas y trabajos científicos disponibles en página web del CEZA	Marzo de 2019	SI	Informe de Rendición N° 8. Anexo 9

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

8.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

Objetivo 1: Aumentar el rendimiento y rentabilidad en huertos de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y aloe vera (*Aloe barbadensis*) a través de manejos agronómico estratégicos (riego, poda, fertilización y/o raleo) y uso de germoplasma seleccionado.

Actividad 1.1. Análisis técnico de huertos comerciales dedicados al cultivo del nopal y aloe vera.

Se realizaron visitas a terreno a huertos de aloe vera y se realizaron análisis técnicos para 5 huertos de nopal y 2 de aloe vera.

Actividad 1.2. Identificación y descripción de brechas tecnológicas actuales

En base a las visitas a terreno y pautas de recolección de información se identificaron las brechas tecnológicas actuales para 5 huertos de nopal y 2 de aloe vera.

Actividad 1.3. Selección de manejos agronómicos (riego, poda, fertilización y/o raleo) y/o germoplasma tendientes a aumentar el rendimiento en cada cultivo

Se seleccionaron los manejos agronómicos a evaluar en los huertos comerciales con el objetivo de disminuir las brechas tecnológicas y aumentar el potencial productivo de los huertos.

Actividad 1.4. Implementación y seguimiento de ensayos de manejo agronómico y/o germoplasma seleccionado en huertos comerciales de nopal y aloe vera.

A la fecha de término del proyecto se implementaron 10 ensayos en tuna y 2 ensayos en aloe vera. Estos ensayos se numeran a continuación:

Tunas:

- Ensayo SCOZZOLATURA huerto CATEMU agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo SCOZZOLATURA huerto ROMERAL agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo SCOZZOLATURA huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo RALEO DE FLORES huerto agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo RALEO DE FLORES huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo PODA/ENMIENDA huerto agricultor Rodolfo Villar
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto CATEMU agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto ROMERAL agricultor Jose Luis Cabrera
- Ensayo FERTILIZACIÓN NITROGENADA huerto agricultor Franco Olivier
- Ensayo RIEGO huerto agricultor Gabriel Michea

Aloe vera:

- Ensayo RIEGO/SOMBRA huerto agricultora Rosa Cortés
- Ensayo RIEGO/SOMBRA huerto agricultora Hisako Ikeda

Objetivo 2: Bioprospectar variedades y/o clones de suculentas cultivables, promisorias y nativas con potencial agroproductivo.

Actividad 2.1. Revisión bibliográfica sobre características y localización de especies nativas promisorias.

Actividad realizada y anexada en informe de segundo periodo de rendición

Actividad 2.2. Prospección y georreferenciación de comunidades de especies nativas promisorias.

Se realizaron campañas de prospección en el Norte Grande de Chile en donde se prospectaron y georreferenciaron comunidades silvestres de 7 especies de suculentas nativas con potencial agroproductivo.

Actividad 2.3. Evaluación sensorial y contenido de compuestos bioactivos en frutos de especies nativas promisorias.

Se realizaron evaluaciones físico-químicas y de compuestos bioactivos (propiedades funcionales) para 6 especies suculentas nativas.

Actividad 2.4. Establecimiento de especies nativas promisorias en banco de germoplasma en la Estación Experimental Las Cardas.

Se llevaron 6 especies de suculentas nativas a la Estación Exp. Las Cardas para su establecimiento y estudio, de las cuales 5 se pudieron establecer de buena manera.

Método objetivo 3: Análisis de viabilidad técnica y económica de las especies

Actividad 3.4. Determinar la viabilidad técnico-económica del uso de especies suculentas cultivadas, promisorias y nativas. Se realizará un análisis de viabilidad técnico-económica para cada especie (nopal, aloe vera y una especie nativa), considerando los costos, inversiones y precios para la elaboración de flujos de caja, y determinando los indicadores económicos de rentabilidad Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Se realizan análisis de viabilidad técnico-económica de tuna, aloe vera y chagual.

Se realiza estudio de competitividad de 3 especies nativas y un estudio de mercado de tuna.

Objetivo 4: Fomentar el conocimiento y uso de suculentas mediante actividades de transferencia tecnológica.

Actividad 4.1. Días de campo (6) para visitar ensayos con nopal y aloe vera en huertos comerciales, parcelas demostrativas y/o Estación Experimental Las Cardas.

Se realizaron 3 días de campo en huertos de tuna y aloe vera. Además se recibieron 2 delegaciones de agricultores en Estación Experimental Las Cardas en donde se visitaron unidades demostrativas de tuna y chagual.

Actividad 4.2. Seminarios (4) sobre el manejo agronómico y alternativas comerciales de las especies estudiadas.

Se realizaron 4 seminarios de transferencia tecnológica.

Actividad 4.3. Participación en Congreso Mundial de la Tuna y presentación de trabajos científicos en congresos nacionales.

Se participó con dos trabajos en formato póster en el IX International Congress on Cactus Pear and Cochineal, realizado en marzo de 2017. Los trabajos presentados fueron:

CARACTERIZATION OF RUMBA FRUITS (*Corryocactus brevistylus*) FROM NORTHERN CHILE

PALATABLE CACTI FRUITS FROM NORTHERN CHILE AS AN AGRO INDUSTRIAL ALTERNATIVE RESOURCE

Se presentó también en el LXIX Congreso Agronómico de Chile y XVI Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura, desarrollado en la ciudad de Punta Arenas los días 14, 15 y 16 de noviembre 2018, el trabajo:

“Efecto del raleo parcial y total de flores en la modificación de la fecha de cosecha y componentes de rendimiento en tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller)” y fue presentado por el coordinador de terreno del proyecto, David Arancibia, en la modalidad póster.

Actividad 4.4. Elaboración de fichas técnicas sobre las especies

Se confeccionaron fichas técnicas sobre el cultivo de tuna y aloe vera, dirigidas a pequeños y medianos agricultores de la R. de Coquimbo. Estas se entregaron a asistentes del seminario del 3 de diciembre.

Actividad 4.5. Publicación de resultados, fichas técnicas y trabajos científicos en página web del CEZA.

Aparecieron varias notas sobre el proyecto en diversos medios informativos. Algunas de estas notas estuvieron asociadas a la visita al CEZA del Director de FIA, Álvaro Eyzaguirre, el 3 de mayo de 2018.

Publirreportaje del proyecto publicado en la Revista del Campo de El Mercurio, en su versión *on line* del 18 de mayo de 2018, titulado “Especies suculentas buscan posicionarse como alternativa de cultivo comercial en zonas áridas”.

Difusión de resultados del proyecto en radio. El coordinador de terreno del proyecto, David Arancibia, participó en una entrevista radial en la Radio San Bartolomé el 28 de mayo de 2018, en conjunto con la representante de FIA Zona Norte. En la entrevista se difundieron los objetivos y alcances del proyecto, además de los resultados preliminares.

Publicación de publrreportaje en la revista Mundoagro en su edición 125, mayo de 2020, con resultados del proyecto.

Fichas técnicas disponible para descargar desde sitio web www.ceza.uchile.cl

Las fichas técnicas, así como también las evaluaciones técnica-económicas (documentos entregados en Anexo n°9, Informe de Rendición N°8), fueron dispuestas en el sitio web del CEZA (<https://www.ceza.uchile.cl/>). Se adjuntan los enlaces que dirigen a cada documento:

Ficha técnica tuna:

https://www.ceza.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/09/Ficha_tecnica_Tuna.pdf

Ficha técnica aloe vera:

https://www.ceza.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/09/Ficha_tecnica_Aloe_vera.pdf

Evaluación técnico-económica de tuna:

https://www.ceza.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/09/Evaluacion_tecnica_economica_tuna.pdf

Evaluación técnica-económica de aloe vera:

https://www.ceza.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/09/Evaluacion_tecnica_economica_aloe_vera.pdf

8.2 Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

Actividad 2.3. Evaluación sensorial y contenido de compuestos bioactivos en frutos de especies nativas promisorias.

De acuerdo a la meta establecida al inicio del proyecto faltó realizar caracterización tecnológica de 6 especies suculentas nativas. En el caso de Actividad 2.3, de las 12 especies establecidas como meta final, hubo 6 especies que pudieron ser evaluadas en relación a sus características sensoriales y contenido de compuestos bioactivos. Dentro de las especies que no pudieron ser evaluadas por estos análisis están Puya chilensis, Puya berteroniana, Puya venusta, Echinopsis chiloensis y Echinopsis ferox. En el caso de E. chiloensis y E. ferox, especies distribuidas en la zonas centro-norte y extremo norte, respectivamente, no fue posible obtener muestras de frutos. En el caso de E. chiloensis no se encontraron muestras de frutos suficientes para las evaluaciones, aun cuando es

una especie abundante. Es muy probable que la pronunciada sequía que afecta a la zona centro-norte haya impedido el desarrollo de frutos. En el caso de *E. ferox* aun cuando se realizaron varias campañas de prospección no fue posible encontrar frutos en la cantidad mínima necesaria para las evaluaciones. Las razones principales son que su rango de distribución en Chile se limita a determinadas zonas del altiplano de la R. de Tarapacá y sus poblaciones son muy escasas, y por otra parte a que su fructificación es muy baja (pocos frutos por individuo) y la maduración de sus frutos se concentra en un periodo de tiempo muy acotado, siendo por lo demás muy variable de acuerdo a las condiciones climáticas.

En el caso de las 3 especies del género *Puya*, si bien se obtuvieron muestras no fue posible evaluarlas debido a que los laboratorios de la Universidad se encontraban cerrados por la situación sanitaria por COVID-19. Estas evaluaciones estaban previstas de realizar justamente en el mes de marzo, ya que se esperaba obtener tallos del mayor tamaño posible, lo que sería al finalizar el verano de este año.

8.3 Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

Las brechas entre las actividades programadas están acotadas a la no realización de evaluaciones tecnológicas a algunas especies suculentas nativas. Si bien este era una actividad importante dentro de los lineamientos del proyecto, su no realización no afectó en gran medida el desarrollo de la misma.

9. POTENCIAL IMPACTO

9.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales (\$), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

Los resultados obtenidos del proyecto se pueden describir como un aumento en las expectativas comerciales de tuna y aloe vera, al aumentar el conocimiento en estas especies y levantar un paquete tecnológico enfoca en superar las principales brechas que afectan a estos cultivos. Todos los productores que participaron del proyecto aumentaron sus expectativas comerciales con estas especies.

También se crearon nuevas competencias técnicas y profesionales en base al conocimiento de especies suculentas, que por lo demás está previsto que este conocimiento toma mayor relevancia de acuerdo a las proyecciones climáticas y de disponibilidad hídrica para gran parte del país, y que significarán que muchos agricultores tengan que considerar la reconversión productiva a nuevas especies que puedan ser una alternativa económica en este escenario.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

Como se ha indicado anteriormente, en el caso de Actividad 2.3, evaluación sensorial y contenido de compuestos bioactivos en frutos de especies nativas promisorias, faltaron especies por evaluar debido a la escasez de precipitaciones en las zonas geográficas donde estas especies se encuentran, al momento de realizar las campañas de prospección. En este caso no se pudieron tomar medidas para enfrentar esta situación, aun cuando se realizaron varias campañas en búsqueda de muestras de frutos.

Se presentó la situación sanitaria por COVID-19 y no se pudieron realizar últimos días de campo. Ante esta situación se levanta solicitud de reemplazar estas actividades por la publicación de reportaje con resultados del proyecto.

11. DIFUSIÓN

Describe las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1	28/08/2016	Monte Patria	Día de campo	12	
2	21/06/2017	Ovalle	Seminario	30	Presentaciones
3	10/04/2018	Ovalle	Seminario	27	Presentaciones
4	11/04/2018	La Serena	Seminario	28	Presentaciones
5	22/11/2018	Monte Patria	Día de campo	14	
6	22/11/2018	Manquehua	Día de campo	14	
7	03/12/2019	Monte Patria	Seminario	30	Presentaciones Fichas técnicas
Total participantes				155	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

12.1 Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	Nº de mujeres	Nº de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el Nº de productores por etnia)	Totales
Coquimbo	Productores pequeños	2	2		4
	Productores medianos-grandes		1		1
Valparaíso	Productores pequeños				0
	Productores medianos-grandes		1		1
Totales		2	4		

12.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
Jose Luis Cabrera	V	Catemu		8	09/2017
Franco Olivier	IV	Coquimbo		12	01/2018
Rodolfo Villar	IV	Ovalle		0,5	03/2018
Gabriel Michea	IV	Monte Patria		0,5	01/2019
Rosa Cortés	IV	Combarbalá		0,5	11/2017
Hisako Ikeda	IV	La Serena		0,5	06/2018

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Sí, los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto, aun cuando haya habido resultados que no se lograron en un 100%.

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

En general bien, no obstante hay que mencionar que los asociados del proyecto no tuvieron un rol protagonista en la ejecución del proyecto, no obstante participaron en gran parte de las actividades, principalmente en la difusión.
El protagonismo principal lo tuvieron los productores dedicados al cultivo de especies suculentas, que fueron contactados y participaron del proyecto estando este en ejecución.

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

La innovación más importante tiene relación con haber diagnosticado especies con potencial de ser alternativa agroproductiva en el escenario de severa restricción hídrica que está proyectado para la zona centro-norte del país y haber creado valor a partir de estas especies, considerando además componentes culturales como en el caso de la tuna (especie muy arraigada a la agricultura familiar campesina) y también de diversidad

ecológica en el caso de las especies nativas, que en la mayoría de los casos no habían sido evaluadas desde una perspectiva agrícola.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

Como especies suculentas con potencial agroproductivo se define a un grupo bastante amplio de especies con situaciones muy diferentes en relación a su desarrollo productivo. Este proyecto en este caso hizo esta distinción, y en el caso de la tuna si bien hubo un trabajo con pequeños productores también lo hubo con productores medianos y grandes, en el sentido que fue necesario diagnosticar las brechas de este cultivo a la hora de enfrentar la industria de la fruta fresca y al compararse con otros frutales más tradicionales y con un mercado más consolidado. En este caso se abordaron las problemáticas de este cultivo para posicionarse como una alternativa real para este segmento de agricultores, sin dejar de lado el segmento de pequeños productores que fue el segmento al cual estuvieron destinadas las actividades de transferencia tecnológica y en donde se abordaron alternativas de utilización de la tuna que puedan aumentar la rentabilidad de pequeños productores (uso forrajero, agroindustria a pequeña escala). En el caso de aloe vera el escenario fue diferente ya que este cultivo se encontraba en un desarrollo bastante más atrasado al de tuna, pero con las productoras que participaron del proyecto se pudo desarrollar un paquete tecnológico en este cultivo que mejora sus expectativas comerciales. Ambas especies revisten una oportunidad de negocio adecuado a la pequeña y mediana agricultura pero que aún tiene brechas que superar, principalmente de gestión.

Con respecto a especies nativas se levantó información nueva para estas especies, ya que nunca habían sido abordadas desde un punto de vista agroproductivo. Se concluye que muchas de estas especies tienen un potencial de ser utilizadas con fines productivos

en el corto plazo, como lo es el chagual, especie en la que ya hay un mercado incipiente, y también la macza (*Haageocerus chilensis*), especie que produce frutos de muy buena aceptabilidad y presenta dimensiones en cuanto a su desarrollo que le permiten adaptarse a unidades con diseño de huerto (plantas de bajo crecimiento en su madurez productiva). Por otra parte existen especies que si bien producen frutos con positivos atributos de calidad, su excesivo tamaño y longevidad dificultan su utilización inmediata como especie agrícola.

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

En lo que se refiere a tuna y aloe vera, surge como recomendación continuar con el apoyo a productores, de manera que puedan disminuir las brechas que enfrentan estas especies. En ambas especies hay brechas de mercado que si bien este proyecto contribuyó a disminuirlas, aún pueden ser obstáculo para consolidar a esta especies como alternativa agrícola.

16. ANEXOS

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA