



INFORME TECNICO FINAL

Nombre del proyecto	Generación de ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de prototipos varietales.
Código del proyecto	INIA Carillanca
Informe final	Final
Período informado (considerar todo el período de ejecución)	desde el 05-08-2015 hasta el 20-08-2019
Fecha de entrega	15-11-2019

Nombre coordinador	Miguel Ellena Dellinger
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	9
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).....	9
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE).....	11
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO	35
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO	36
9.	POTENCIAL IMPACTO	38
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO	40
11.	DIFUSIÓN	41
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES.....	42
13.	CONSIDERACIONES GENERALES	43
14.	CONCLUSIONES	44
15.	RECOMENDACIONES.....	45
16.	ANEXOS.....	46
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	71

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Nombre(s) Asociado(s):	INDAP, Folilko, Manuel Moller
Coordinador del Proyecto:	Miguel Ellena D
Regiones de ejecución:	Maule, Bio Bio, Araucanía; Los Ríos y Los Lagos
Fecha de inicio iniciativa:	05-08-2015
Fecha término Iniciativa:	20-08-2019

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Aporte total FIA	
Aporte Contraparte	

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.

El periodo no informado se extiende desde 10 de enero de 2019 hasta el 20 de agosto de 2019.

Dentro de las actividades del proyecto, en el mes de marzo se procedió a realizar la primera cosecha de fruta transcurrida la segunda temporada post establecimiento de 4 preselecciones INIA PSI, PSII, PSIII y PSIV. Fue determinado el rendimiento por planta (Kg/plante), el diámetro ecuatorial (cm), diámetro apical y espesor (cm), calibre de los frutos (cm). Fue determinado el volumen de fruta de las preselecciones clonales. Se observa que en condiciones de cultivo, el tamaño de la fruta se mantiene durante la primera temporada de producción, con incrementos de calibre superiores a un 15% respecto al estándar Barcelona.

Respecto a la caracterización química de la fruta de las selecciones plus, para calibre y rendimiento industrial, se realizaron determinaciones del contenido de proteínas (%) y polifenoles totales (ug/ul). Con esta información se ha completado el análisis de calidad de fruta de estas selecciones. Con la información de calidad completa ha sido posible finalmente seleccionar los mejores individuos para uso directo (calibre) y uso industrial (% de pepa). Ambos factores son de gran interés para la industria de transformación y para aquella de uso directo. En esta etapa se hace un análisis de la información y se genera un ranking de las mejores 5 y 6 selecciones plus para calibre y rendimiento industrial.

Durante el periodo no informado también se procede a un segundo rescate e injertación de materiales plus de avellano para incorporar a la colección. Estos materiales, se encuentran en crecimiento bajo condiciones controladas en invernadero, para ser establecidos la próxima temporada (Invierno,2020) post proyecto en los campos colección de INIA-Carillanca y Centro Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera. Lo anterior bajo dentro del marco del proyecto PTEC- CORFO, Universidad de Chile, UFRO e INIA portafolio Sustentabilidad de Avellano Europeo.

En relación con las preselecciones clonales (PSI, PSII, PSIII y PSIV), para la etapa de aclimatación, se realiza un cambio metodológico mediante el empleo de una tecnología que permita el control más eficiente de las condiciones micro ambientales del sistema de aclimatación. Se reemplaza las tradicionales bolsas individuales por contenedores plásticos con tapa, de gran tamaño y volumen (61 litros de capacidad) el cual ha permitido un mejor intercambio gaseoso y con ello incrementar significativamente las tasas de sobrevivencia de los materiales establecidos. Al mismo tiempo un mejor desarrollo y calidad de planta para su etapa sucesiva de cría en invernadero bajo condiciones controladas. Estos materiales se establecerán post proyecto en INIA y UFRO para su evaluación productiva.

Durante el periodo se estableció un campo varietal en el Centro Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera con materiales de selecciones plus para calibre y rendimiento industrial con el fin de iniciar una segunda etapa para la evaluación agronómica y calidad de la fruta. Las características de calidad de los frutos será evaluada en laboratorio de FERRERO, empresa a la cual se han iniciado conversaciones. Tanto estos materiales como los ubicados en INIA-Carillanca se encuentran actualmente en etapa de crecimiento vegetativo y adportas de iniciar su primera producción durante el mes de marzo de 2020.

Se desarrollan también actividades masivas de difusión de resultados del proyecto con participación de 294 productores en seminarios como: Encuentros Frutícolas FEDEFRUTA 2019, en las ciudades de Osorno y Temuco, charla técnica en la ciudad de Gorbea y Seminario Avellano Europeo 2019 realizado en dependencias de la Universidad de la Frontera en Temuco y se edita el libro “ El cultivo del avellano europeo en Chile, en el cual se dan a conocer en detalle los resultados de este proyecto en los capítulos 8, 9 y 10.

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.

Durante el periodo de ejecución del proyecto (2015-2019) y ya transcurridos cuatro años de prospección, selección y multiplicación de ejemplares de avellano europeo introducidos por inmigrantes al país, se ha obtenido como principal resultado un ranking de selecciones clonales plus. De un universo total de 363 individuos prospectados en diferentes regiones del país, y con una alta densidad de individuos en la comuna de Gorbea, fueron seleccionadas 5 selecciones con calibre superior a Barcelona, cuyos calibres varían entre 5,58 cm³ y 8,1cm³. Dichos calibres de las selecciones plus han mostrado ser significativamente superiores respecto a la variedad estándar Barcelona (4,7 cm³), cultivada para el mercado directo en cáscara. Los individuos para consumo directo se seleccionaron en base a las siguientes categorías. (1): forma de la fruta redonda (2) calibre (3) distancia genética, respecto a Barcelona (4) contenido de ácido oleico (5) proteína y (5) polifenoles totales. Si bien el resultado final del proyecto era seleccionar 1 material plus, se ha decidido dejar las 5 mejores selecciones, con el objetivo de que sean evaluadas agrónomicamente en una etapa posterior del proyecto.

Por otra parte, fueron obtenidas 6 selecciones con rendimiento industrial superior al 49% hasta al alcanzar valores de 52,3%. Lo anterior es significativamente mayor al 46% rendimiento en pepa que se obtiene en promedio por la variedad estándar Tonda di Giffoni, que actualmente representa la mayor superficie cultivada en Chile. Las características de calidad que se utilizaron como factor de selección y en orden de importancia han sido las siguientes: (1) forma del fruto: (2) rendimiento industrial (3) distancia genética respecto a Tonda di Giffoni (4) contenido de ácido linoleico (5) proteínas y (5) polifenoles totales. Si bien el resultado final del proyecto era seleccionar 1 material plus, se han dejado 6 selecciones clonales con el objetivo de ser evaluadas agrónomicamente en una etapa posterior del proyecto.

Los análisis de diversidad genética muestran que las selecciones clonales se distancian genéticamente a Barcelona, para aquellos individuos seleccionados por calibre y la mayoría a la variedad Tonda di Giffoni seleccionados por rendimiento industrial.

Los materiales recatados se establecieron en campos de colección de INIA-Carillanca y parte de ellos en el Centro Experimental Maquehue perteneciente a la Universidad de la Frontera con el fin de evaluar su comportamiento productivo abordado a través del proyecto PTEC, Universidad de Chile, Universidad de la Frontera e INIA “Centro para la Investigación e Innovación en Fruticultura para la zona sur. Así mismo, una vez que se inicie la etapa productiva de los huertos establecidos en INIA-Carillanca y la UFRO, se enviarán muestras al laboratorio de calidad de Ferrero HCo, con el fin de que el material sea a su vez rankeado por la propia industria respecto a su calidad industrial. Esta actividad es un hito a futuro determinante en la proyección futura de las selecciones.

En relación con las preselecciones INIA, los resultados finales señalan que las 4 selecciones son homogéneas en cuanto a su DNA (estrecho parentesco) y su comportamiento agronómico, bajo las condiciones experimentales del ensayo. La preselección PSII, se distancia genéticamente de las anteriores, sin embargo, las características morfológicas, forma de fruto, calibre, rendimiento industrial y color del fruto son similares. No es posible distinguir desde la productividad una selección de mejores características que otra. El rendimiento promedio a la segunda hoja de estas selecciones clonales (109 Kg/ha) es significativamente mayor a Barcelona (40 kg/ha), variedad estándar para fruta para mercado en cáscara. Un 76% en promedio de las plantas inician su producción a partir de la segunda temporada. En relación con el calibre los resultados muestran que bajo condiciones cultivadas se mantiene la condición genética de alto calibre de todas las preselecciones, no existiendo diferencias significativas entre ellas. El calibre de fruta para las preselecciones fue: PS1: 5,37 cm³, PS2: 5,1mm³, PS3: 5,13mm³ y PS4: 5,21mm³, respecto a Barcelona 4,35mm³. Estas preselecciones han mostrado condiciones cultivadas, un incremento del calibre de entre un 17% a 23% superior respecto a la variedad estándar Barcelona.

Durante el proyecto fue desarrollado un protocolo para la multiplicación in vitro para las preselecciones INIA PSI, PSII, PSIII y PSIV, desde las fases de establecimiento de los explantes hasta la fase de aclimatación. Las tasas de proliferación en medio líquido de las preselecciones fueron: PSI: 2,35, PSII: 3,75, PSIII: 3,15 y PSIV: 3,15. El mejor medio de cultivo de proliferación para PS1 fue D2-4 y el mejor medio para PSII y PSIV fue de D2-5. El desarrollo del protocolo in vitro para las selecciones clonales requiere un mínimo de 1 año y 4 meses para PSI y un máximo de 1 año y 10 meses para el caso de la preselección PSII. Para PSIII se requiere 1 año y 8 meses y para PSIV 1 año y 7 meses.

Como resultado principal del protocolo la eficiencia neta para la producción de explantes fue de 7,09, 4,11, 4,03 y 1,51 plantas aclimatadas por cada explante proliferado, para cada selección respectivamente. La preselección INIA que mejor ha respondido a la tecnología fue PSI, que se establece en un menor lapso y a su vez se multiplica, enraíza y aclimata con la mayor eficiencia desde un punto de vista comercial. Por el contrario la selección PSIV, a pesar de su alta tasa de proliferación, su tasa de enraizamiento y aclimatación no supera el 50% generando un índice de eficiencia neta de sólo un 1,51 como anteriormente señalado, lo que al momento hace inviable su multiplicación in vitro a escala comercial.

En relación a las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto destacan una serie de actividades realizadas tales como: Lanzamiento del proyecto, seminario de lanzamiento del libro del avellano europeo en Chile, IX Congreso Internacional del Avellano Europeo, realizado en Turquía con presentaciones de publicaciones científicas y posters con resultados del proyecto a la comunidad científica del rubro, día de campo realizado en INIA-Carillanca, informando sobre el avance y resultados del proyecto, seminario frutícola Araucanía, Encuentro Frutícola Fedefruta 2019 en Osorno y Temuco, charla técnica en Gorbea y seminario Avellano Europeo 2019 realizado en la Universidad de la Frontera. En dichos eventos fueron entregados los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto. Así mismo, se publicaron artículos (2) en revistas divulgativas para dar a conocer avances y resultados del proyecto.

La innovación más importante del proyecto fue la obtención de 6 selecciones clonales plus con rendimiento industrial muy superior al estándar de la industria. A su vez se obtuvieron 5 selecciones plus de calibre significativamente superior al estándar de la industria. Por otra parte, fue posible poner a punto un protocolo de propagación de plantas in vitro a través de tecnología de última generación como inmersión temporal, a través de uso de bio-reactores y medios de cultivos líquidos.

De igual modo fue posible establecer un innovador método de aclimatación a través de uso de contenedores plásticos no conocido a nivel nacional y el extranjero.

Este proyecto de investigación ha sido de gran importancia para el desarrollo de una línea de investigación de mejoramiento genético para el país, particularmente en el escenario actual de los programas privados de mejoramiento del extranjero, los cuales protegen sus recursos genéticos, disminuyendo sostenidamente el intercambio de material entre los países. El rescate de este patrimonio genético nacional, que estuvo sujeto a riesgo de erosión genética, es un valioso aporte a la ciencia y para el desarrollo de la industria nacional y mundial del Avellano Europeo.

Finalmente agradecer a la fuente de financiamiento FIA, que ha contribuido decididamente al desarrollo de investigación, desarrollo e innovación de la industria del Avellano Europeo en Chile, cultivo que se ha transformado en una de alternativas más importantes del país y particularmente en el Sur de Chile. Del mismo modo se agradece la colaboración de productores asociados al proyecto, la empresa Agrichile y a la Universidad de La Frontera.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Generar ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de selecciones clonales de Avellano Europeo que produzcan frutos de mayor calibre y rendimiento industrial.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Prospeccionar, caracterizar y elegir *selecciones clonales INIA* de Avellano Europeo, a partir de germoplasma introducido por inmigrantes europeos en Chile, para la obtención de frutos ***de alto calibre para consumo directo o bien de alto rendimiento en pepa para industria chocolatera.***

5.2 Evaluar bajo condiciones cultivadas, *Selecciones clonales y Preselecciones INIA*, para obtener material ***Plus de alto calibre o bien de alto rendimiento en pepa.***

5.3 Obtener ***protocolos de multiplicación in vitro*** de *Preselecciones INIA* a partir de germoplasma introducido, para la ***producción masiva de plantas en cortos periodos de tiempo.***

5.4 Difundir las tecnologías desarrolladas ***a las empresas asociadas y productores*** de avellano europeo en Chile.

5.6 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	Prospectar, caracterizar y elegir selecciones clonales INIA de Avellano Europeo, a partir de germoplasma introducido por inmigrantes europeos en Chile, para la obtención de frutos de alto calibre para consumo directo o bien de alto rendimiento en pepa para industria chocolatera.	100%
2	Evaluar bajo condiciones cultivadas, Selecciones clonales y Preselecciones INIA , para obtener material Plus de alto calibre o bien de alto rendimiento en pepa.	100%
3	Obtener protocolos de multiplicación in vitro de Preselecciones INIA a partir de germoplasma introducido, para la producción masiva de plantas en cortos periodos de tiempo.	100%
4	Difundir las tecnologías desarrolladas a las empresas asociadas y productores de avellano europeo en Chile.	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.

Nº OE	Nº RE	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	Al menos 300 individuos de Avellano Europeo prospectados, georeferenciados y caracterizados, desde el Maule a Los Lagos	Individuos Prospectados	Nº individuos prospectados	0	300	Julio 2016	Julio 2016	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

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.

En el cuadro 1, se muestra el número total de ejemplares prospectados durante el proyecto. Se detalla la región, área agroecológica, comuna, sector, sitio y georreferenciación de cada uno de los individuos.

En resumen, para cada región fueron prospectados los siguientes números de individuos:

El Maule: En el valle central de la región se prospectaron 16 individuos.

Bio-Bio: Valle Central del Bio Bio se prospectó 1 individuo.

La Araucanía: se prospectaron 301 individuos, de los cuales se ubican según zona: 3 individuos en Precordillera; ocho individuos en Secano interior; 16 individuos en Valle Central Norte; y 274 individuos en valle central sur. Se observa que la mayor proporción de individuos de Avellano (84%) se ubica en zona la Araucanía, particularmente en la zona sur de la provincia de Cautín (Comunas de Gorbea, Loncoche). Lo anterior, se debe fundamentalmente a la fuerte corriente inmigratoria europea que se asentó en este territorio, particularmente alemanes, suizos e italianos que portaron estos materiales desde sus respectivos países al inmigrar a Chile.

Los Lagos: se prospectaron 40 individuos, de los cuales se se ubicaron en precordillera, 10 en el secano interior y 27 individuos en el Valle central (cuadro 2).

En Gráfico 1 se presenta un gráfico biplot de componentes principales, donde se representan las características de los frutos de los 363 individuos prospectados. Las variables con polos opuestos indican correlación negativa. En la figura se observa que el calibre de fruto y todos sus componentes presentan una correlación negativa con el rendimiento industrial. Se observan además correlaciones interesantes entre los componentes de calidad y vigor de los árboles. Así, árboles pequeños se correlacionan positivamente con calibres altos, y árboles de mayor altura pueden tener un rendimiento industrial más alto. Por otro lado, se observa que en el Maule los árboles son de un mayor vigor y altura, respecto a la Araucanía y Los Lagos. Finalmente se observa que en la región del Bio-Bio, el individuo prospectado muestra un alto calibre.

Resultado Principal: Fueron prospectados 301 individuos diferentes de Avellano Europeo en estado no cultivado.

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 1, Cuadro 1

Anexo 1, Cuadro 2

Anexo 1, Gráfico 1

Nº OE	Nº RE	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		
1	2	Al menos 44 individuos Seleccionados de Avellano Europeo con características para el mercado con cáscara.	Individuos preseleccionados por alto calibre	Nº Individuos preseleccionados con frutos de calibre >16 mm	0	12	Julio 2017	1	2
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

En el cuadro 3 se muestra el resultado de análisis de clasificación de individuos por calibre. Se realizó una prueba estadística multivariada de análisis de conglomerados, la cual separa grupos de interés. La prueba de conglomerados separó 3 grupos principales de calibre:

Calibre bajo: Varían entre 0 a 1 cm³; Media 0,5 cm³, con 2 individuos.

Calibre medio: Varían entre 1,35 a 4,92 cm³, con 312 individuos.

Calibre Alto: Varían entre 4,97 a 8,1 cm³, con 44 individuos.

Resultado Final: Fue seleccionado un grupo de 44 individuos, cuyo calibre de frutos fue estadísticamente superior a la muestra total de frutos prospectados.

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 1: cuadro 3

N° OE	N° RE	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		
1	3	Al menos 24 individuos Seleccionados de Avellano Europeo con características para el mercado industrial	Individuos preseleccionados por rendimiento industrial	N° Individuos preseleccionados con frutos cuyo rendimiento industrial es >45%	0	12	Julio 2017	1	3

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

En el cuadro 4 se presenta la clasificación de categorías de clasificación de rendimiento industrial. La obtención de estas categorías se realizó a partir de una prueba estadística multivariada correspondiente a análisis de conglomerados, la cual separa grupos de interés. La prueba de conglomerados separó 4 grupos principales de rendimiento industrial:

Muy Bajo: 2 individuos: Rendimiento industria entre 15,2 y 22,9%

Bajo: Varían entre 29,8 y 35,1% con 16 individuos.

Normal: Varían entre 35,6 y 48,5 con 316 individuos.

Alto: Varían entre 48,8 y 52,7% con 24 individuos.

Resultado principal: Fue seleccionado un grupo de 24 individuos, con rendimiento de industria estadísticamente superior a los demás individuos prospectados.

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 1, cuadro 4

N° OE	N° RE	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		
1	4	Al menos 15 individuos Seleccionados genéticamente distintos, de alto calibre para consumo directo.	Individuos preseleccionados por alto calibre	N° Individuos preseleccionados con frutos de calibre >16 mm	0	15	Julio 2017	1	4
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

De los 44 individuos ubicados en la categoría “**Calibre Alto**” fueron seleccionados los 24 individuos que mostraron mayor calibre de fruta. Con el fin de observar distancia genética y nuevas características de calidad a los individuos se les realizó análisis de DNA a través de marcadores moleculares y fue puesto a punto en el laboratorio de fruticultura protocolo de obtención de ácidos grasos.

Marcadores Moleculares (DNA): Fueron realizados marcadores moleculares a un total de 24 individuos. Los resultados de los análisis estadísticos indican lo siguiente: En el gráfico 2, se muestra dendograma de conglomerados de calibre (210 marcadores por especie), en el cual es posible comprobar que los individuos son todos diferentes entre sí y también diferentes a Barcelona. A excepción de Aldo 1 y Abuelo Pitrufrquén que son genéticamente idénticos, pero distintos a Barcelona. Dentro de la categoría calibre, el análisis genético señala que se forman 3 grupos diferentes y semejantes dentro de cada uno de ellos.

Cercano a Barcelona: Color Rojo.

Lejano a Barcelona: Color Azul.

Muy Lejano: Color Amarillo.

Grupo Rojo: Helmuth Anders 3; De la Barra Antiguo, Odette, Lagacy 1, La barra 14, Kulencaf 1, La Barra 6, La Barra 7, La Barra 4, Lagario Muñoz 2, Casa Quemada, Barcelona INIA, La Barra 2, Lagacy 3, Aldo 1, Abuelo Pitrufrquén.

Grupo Amarillo: Manso 8, La Ocasión bosque fondo, San Luis 9, San Luis 11, Quillen Mckay, La Ocasión Medio, Juan Anders 15, Ballota 1, Manso 21, Ruth Moenne Loco 4, Anders 42.

Grupo Azul: Ruth Moenne 8, Ruth Moenne 7, San Luis 2, Ruth Moenne 6, Anders 2, Ruth Moenne 1, La Ocasión 11, Anders 4, Anders 3, Ruth Moenne 5, La Barra 12, Anders 1.

En el gráfico 3, se muestra la dispersión entre la distancia genética y las características forma de fruto para el segmento de calibre alto. El grupo de la izquierda de la coordenada principal (CP1) se encuentra muy emparentados con Barcelona, sin embargo, no necesariamente tiene la misma forma de fruta. En azul se ubican aquellas selecciones de fruto de forma globular, de interés para selección. En el lado derecho de la coordenada (CP1) se ubican aquellos individuos de calibre alto, distantes genéticamente de Barcelona, Quillen McKay, Juan Anders 15 que a su vez tiene forma de fruta globular, la cual es de alto interés para mercado en cáscara. Ambos individuos son excelentes candidatos para ser elegidos selección clonal plus. En la extrema derecha, y distante a Barcelona se ubican, Ruth Moenne 7, Ruth Moenne 6, San Luis 9, Anders 2, Ruth Moenne 5, Ruth Moenne 1, La Barra 12, En el extremo superior se ubica Anders 42.

Ácidos Grasos: Dentro de la composición química de los frutos de Avellano Europeo, la composición de ácidos grasos es el factor más determinante en la vida útil, sabor y aroma de la avellana. Este factor determina el grado de oxidación y conservación de la vida de post cosecha de los frutos. Estudios en España por Bonvehi y Coll (1993), sugieren que un alto contenido de ácido linoleico es la principal causa de la autooxidación de los frutos. Los niveles de aceite encontrados en fruto pueden además ser modificados por las condiciones ambientales. Savage *et al.*, (1997) demostró una relación significativa entre la estabilidad oxidativa y el contenido de ácido linoleico. Resulta por esto, que cultivares que contienen bajos niveles de ácido linoleico y altos niveles de ácido oleico, sean más estables a las reacciones de oxidación (Ozdemir, 2001).

En el **gráfico 4**, se muestra análisis de componentes principales entre los principales ácidos grasos del fruto y la variedad Barcelona. Como se observa, la relación entre el ácido oleico es opuesta al ácido linoleico. En la medida que aumenta en proporción uno de ellos, el otro disminuye. En el **gráfico 5** se muestra el perfil de ácidos grasos de 21 individuos, incluyendo la variedad Barcelona. En general en Avellano Europeo se caracteriza por contener altos contenidos de ácido insaturados oleico y linoleico. Los resultados señalan que 17 selecciones plus calibre muestran un mayor contenido de ácido oleico, respecto a Barcelona (>73%), principal variedad cultivada en Chile, para calibre. Por su parte 5 selecciones -Helmuth Anders 3, Martin Anders 42, Ruth Moenne Loco 5, Juan Anders 15, San Luis 2, muestran contenidos de ácido oleico menores Barcelona.

Por el contrario, estas 5 selecciones muestran un mayor contenido de ácido linoleico, destacando Juan Anders 15 y San Luis 2. De esta manera, las selecciones clonales plus más interesantes por presentar un menor contenido de ácido linoleico son: La Barra 2, 6, 7 y 12; La ocasión Medio y Kulemkaf. Este última presenta además un alto contenido de otros ácidos grasos, no determinados (Gráfico 5). En cuanto a los contenidos de grasa total, un contenido medio de 62 a 65% asegura una expresión armoniosa de sabor, aroma y textura de las avellanas. Cantidades mayores son un requisito previo para una más rápida rancidez y deterioro (Ozdemir *et al.*, 2001). La Barra 7 es selección plus que más se acerca al contenido de grasa total de Barcelona (64.4%) con un (62,4%). (Gráfico 6)

Resultado Final: En función de los parámetros analizados, de las 24 selecciones clonales fueron elegidos 12 selecciones plus. El criterio de ordenamiento fue (1) Segmento Calibre Alto (2) Distancia genética sobre Barcelona (3) Contenido de Ácido Oleico del fruto respecto a Barcelona. Para selección de los 12 individuos y en orden de importancia, el factor (3) Ácido Oleico, está subordinado al factor (2) Distancia Genética y este al factor (1) Calibre de fruto. Cuadro 5.

Documentación de respaldo (indique en que nº 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 1:
Gráfico 4, 5 y 6.
Cuadro 5

Nº OE	Nº RE	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		Fecha alcance meta real
1	5	Al menos 15 individuos. Seleccionados, genéticamente distintos, de alto rendimiento en pepa para la industria chocolatera.	Individuos preseleccionados por rendimiento industrial	Nº Individuos preseleccionados con frutos cuyo rendimiento industrial es >45%	0	15	Julio 2017	1	5
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

Selecciones de Rendimiento Industrial:

1.- Marcadores Moleculares:

Se ha completado un total de 18 individuos con marcadores moleculares. En el **gráfico 6**, se muestra dendograma, con análisis de conglomerados de rendimiento industrial, el cual muestra que las selecciones clonales son diferentes a Tonda di Giffoni, a excepción de Tonioni 1 que muy cercana.

Dentro de los grupos segmentados por diversidad genética se encuentran:

Verde (Lejana): Martin Anders 54, Manso 7, Martin Anders 35, La Ocasión 24, Sotella, Martin Anders 23, La Ocasión 16 y Hemuth Anders 5.

Amarillo (Cercana): Ruth Moene 2, Tonioni 2, La Ocasión 5, La Barra 10, Tonioni 1 y Tonda di Giffoni.

Rojo-(Medio): La Ocasión 25, La Ocasión 20, Santa María y Stolsenbach.

En el **gráfico 7**, se muestra gráfico de dispersión entre la distancia genética y las características de forma de fruto, para el segmento rendimiento industrial alto. Al lado izquierdo de la coordenada principal (CP1), no se observa relación evidente entre la forma del fruto y la distancia genética. Es decir, individuos cercanos genéticamente muestran distintas formas. Por el contrario, al lado derecho de la coordenada, todos los ejemplares muestran la misma forma de fruto (largo cilíndrico) y además están muy cercanos genéticamente. Se observa además que las selecciones de forma globular cercanos a Tonda di Giffoni, son Tonioni 1 y 2 y Ruth Moene 2. La barra 10 de forma cónica y La Ocasión 5 de forma ovoide son cercanas genéticamente a Tonda di Giffoni. Helmuth Anders 5 y Manso 7, de forma globular se encuentran distanciadas de Tonda di Giffoni, por lo que son las candidatas más promisorias para selección plus industrial.

2.- Ácidos Grasos:

En cuanto a contenido de ácidos grasos fueron caracterizados un total de 9 individuos, restando un total de 6 los cuales no hubo suficiente cantidad de fruta para el análisis. Entre los requerimientos más importantes para seleccionar una variedad de alto rendimiento industrial se encuentra el contenido de grasa total y su composición de ácidos esenciales. Ambas características tienen relación con una adecuada conservación de la fruta y al mismo tiempo evitar oxidación de los aceites, que afecta los sabores de los productos elaborados a partir de avellana.

Del mismo modo, el enranciamiento genera efectos negativos en la salud de las personas. Como se observa en el **Gráfico 8**, las selecciones con mayor contenido de ácido oleico son la Barra 10 (78.12%) y La Ocasión 24 (77,14%), si bien ambas presentan un alto contenido este no supera a Tonda di Giffoni, con un 79,8%. En relación con el ácido linoleico, destaca la Barra 10, que presenta un contenido de 10.11%, inferior a Tonda di Giffoni y a las 8 selecciones evaluadas. La ocasión 16 en tanto se caracteriza por mostrar altos niveles de ácido linoleico, lo cual es un factor negativo, porque este aceite está asociado a la oxidación de las avellanas. Por otra parte, La Ocasión 24 muestra altos contenidos de ácido esteárico (**Gráfico 8**).

En cuanto a la grasa total, se observa que las selecciones se encuentran bajo un 60%, al igual que Tonda di Giffoni, (55,8%) la cual es la principal variedad cultivada para industria chocolatera en Chile. El menor contenido de grasa total es la ocasión 24.

Resultado Final: En el **cuadro 6** se presentado el listado de las 10 mejores selecciones plus para renimiento industrial, considerando las categorías forma de fruta, rendimiento industrial, distancia genética y ácidos grasos. Los candidatos que han sido seleccionados en esta etapa son: Helmut Anders 5, Manzo 7, Ruth Moenne Loccoz 2, La Ocasión 16, Martin Anders 23, La Barra 10, Stolzenbach 18, Martin Anders 54, La Ocasión 24 y Martin Anders 35.

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 1:
 Gráfico 7 y 8
 Cuadro 6

N° OE	N° RE	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	1	Al menos 1 individuo Plus, (obtenido a partir de 4 Preselecciones INIA) de alto calibre, evaluado en condiciones de cultivo, durante dos temporadas	Calibre de Frutos	Calibre de Fruta (mm) Preselección Plus >Calibre de Fruta Barcelona (p<0,05)	0	1	Julio-2019	2	1

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

- 1) **Crecimiento Altura:** Luego de 21 meses de desarrollo vegetativo y 3 evaluaciones, los resultados indican que las preselecciones crecieron en promedio 1,61 metros. En el **Gráfico 9**, se muestra que durante el periodo de evaluación no se observan diferencias de crecimiento en altura entre las cuatro preselecciones INIA.
- 2) **Crecimiento de Diámetro de Tronco:** Durante el periodo evaluado el diámetro de tronco se incrementó en 2,36 cm. No se observan diferencias importantes de crecimiento entre las cuatro preselecciones (**Gráfico 10**).
- 3) **Rendimiento:** Los rendimientos obtenidos para las preselecciones (PS) son los siguientes: **PSI:** 96 Kg/ha; **PSII:** 117 (kg/ha); **PSIII:** 116 Kg/ha; **PIV:** 108 Kg/ha. No se observan diferencias relevantes entre selecciones. Un 76% en promedio fue el porcentaje de plantas que inician su producción a partir de la segunda temporada (**cuadro 7**).
- 4) **Calibre de Fruta:** Para **PSI;** 5,37 mm³, **PSII** 5,1 PSIII 5,13mm³ PSIV 5,21 mm³, respecto Barcelona 4,35 mm³ (**cuadro 8**)
- 5) **Marcadores Moleculares:** El análisis de distancia genética se muestra en el gráfico de coordenadas principales. Los resultados indican que las Preselecciones (I, III y IV) si bien no son clones entre ellas, son homogéneas entre sí, lo que implica su estrecho parentesco. La preselección II, se distancia genéticamente de las anteriores, sin embargo, las características morfológicas, forma fruto, calibre, rendimiento industrial y color del fruto son similares (**Gráfico 11**).

Resultado Final: Los resultados señalan que los cuatro selecciones son homogéneas en cuanto a su DNA y su comportamiento agronómico, bajo las condiciones experimentales del ensayo. No es posible distinguir desde la productividad una selección de mejores características que otra. Al comparar el rendimiento de las preselecciones respecto a un huerto estándar de la zona (Barcelona), es posible observar que en promedio estas presentan un rendimiento mayor (109 Kg/ha) versus 40 kg/ha del estándar. Es interesante evaluar post proyecto si esta tendencia productiva se mantiene en el tiempo. Desde el punto de vista de calibre, los resultados indican que bajo condiciones cultivadas se mantiene la condición genética de alto calibre de todas preselecciones, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Se observa además incrementos de calibre de entre un 17% a 23% superior respecto a la variedad estándar Barcelona. El único factor diferenciación de las preselecciones es el grado reactividad de explantes para ser propagado in vitro. **Dicho indicador medido como tasa de eficiencia netea, será evaluado en los resultados del objetivo 3 y señala que la selección más reactiva es PSI, por lo que sería finalmente la mejor candidata para ser elegida como la preselección plus obtenida por el proyecto.**

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.

Gráfico 9: Crecimiento altura de la planta

Gráfico 10: Diámetro de tronco

Cuadro 8: Porcentaje de prendimiento Injerto; Número de plantas productivas y Rendimiento de Primera temporada.

Gráfico 11: Análisis de coordenadas principales entre preselecciones y su comparación con Barcelona.

Nº OE	Nº RE	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	Al menos 1 individuo Plus (a partir de Selecciones Clonales obtenidas durante el proyecto) de Alto calibre, evaluado en condiciones de cultivo, durante una temporada.	Calibre de fruto	Calibre Fruto Selección Plus (mm) > Calibre Fruto Barcelona (mm) (p<0,05)	0	1	Julio 2019	2	2
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

Se realizan dos nuevas evaluaciones, que permiten caracterizar el fruto en cuanto a concentración de proteína total y concentración de polifenoles. La elección de la concentración proteínas como un factor de selección de material genético, se justifica por los cambios en los hábitos alimentarios de la población (veganos, vegetarianos y otros). En general, la industria requiere proteína de origen vegetal, como alternativa a la proteína animal. En cuanto a la calidad de la proteína de las Avellanas, en general, estas presentan una menor cantidad de aminoácidos esenciales, respecto a la proteína de origen animal. Sin embargo, estas son significativamente más ricas en el aminoácido Arginina (2.800 mg/100gr), el cual mejoran el sistema inmunitario, promueve la síntesis del óxido nítrico, mejorando la circulación sanguínea y actuando como vasodilatador (Ozdemir y Akinci, 2004). En cuanto las cantidades de proteínas, se determinó que la variedad estándar Barcelona contenía un 18,4%. En cuanto a los polifenoles en Avellano su contenido presenta efectos beneficiosos sobre la salud humana, presentando una reducción del estrés oxidativo y la inflamación sistemática, causada por patologías crónicas degenerativas (Alzheimer, Parkinson y Esclerosis Múltiple) (Harkous, 2019). Como valor estándar el contenido de polifenoles totales de la variedad Barcelona fue 126,95 ug/ml de Ácido Gálico. En el **cuadro 9**, se presenta el contenido de proteínas y polifenoles totales de aquellas selecciones que produjeron suficiente fruta para el análisis químico (17 selecciones).

Resultado Final: Transcurridos 4 años de prospección y selección de materiales introducidos de Avellano Europeo, se ha generado un ranking de selecciones clonales plus. Del universo total de 363 individuos, fueron elegidas 5 selecciones plus (**Cuadro 10**), para consumo directo, en base las siguientes categorías: (1) Forma de fruto: redonda, (2) calibre > 6mm³, (3) distancia genética: respecto a Barcelona, (4) contenido de Ácido Oleico: > a 72% (4) proteínas (>10%) y (5) polifenoles totales: > 150 ug*ul base ácido gálico. Si bien el resultado final del proyecto era seleccionar 1 material plus, se ha decidido dejar las 5 mejores selecciones plus, con el objeto de que sean evaluadas agrónomicamente en una etapa posterior al proyecto. A continuación, se describe el ranking de las TOP 5 selecciones plus para consumo directo seleccionadas por el proyecto.

1.- La Barra 12: Presenta forma de fruto globular, muy alto calibre (7,1 mm³), lejana genéticamente de Barcelona (azul), alto contenido de ácido oleico (>76%) y alto concentración de proteína (20%) y concentración de polifenoles 326,4 ug/ul. Esta selección es originaria de Loncoche, del sector el Liuco, predio de Juan de La Barra. El fruto posee estría leve (cáscara) de color café oscuro, presenta un rendimiento industrial medio (49%) y la planta tiene vigor medio en su lugar de origen.

2.- Mckay Omi 2: Presenta forma de fruto globular, muy alto calibre (7,19 mm³), muy lejana genéticamente de Barcelona (amarillo), alto contenido de ácido oleico (>76%) y media concentración de proteína (14%) y concentración baja de polifenoles 149,9 ug/ul. Esta selección es originaria del sector Quillem, comuna de Perquenco predio de familia Mckay. El fruto posee estría pronunciada (cáscara) de color café claro, presenta un rendimiento industrial bajo (29,8%) y la planta tiene vigor medio en su lugar de origen.

3.- Martin Anders 42: Presenta forma de fruto globular, calibre medio (5,19 mm³), muy lejana genéticamente de Barcelona (amarillo), alto contenido de ácido oleico (>77%) y media concentración de proteína (16,7%) y concentración media de polifenoles 157,3 ug/ul. Esta selección es originaria del sector Cuarta Faja, comuna de Gorbea, predio de familia Anders. El fruto posee estría media (cáscara) de color café oscuro, presenta un rendimiento industrial bajo (39,8%) y la planta tiene vigor Alto en su lugar de origen.

4.- La Barra 6: Presenta forma de fruto globular, calibre medio (5,94 mm³), cercana genéticamente de Barcelona (rojo), pero lejana de la Barra 12 (color azul), alto contenido de ácido oleico (>78%) y alto concentración de proteína (23,1%) y alta concentración de polifenoles 314 ug/ul. Esta selección es originaria de Loncoche, del sector el Liuco, predio de Juan de La Barra. El fruto posee estría leve (cáscara) de color café oscuro, presenta un rendimiento industrial bajo (44,8%) y la planta tiene vigor medio en su lugar de origen.

5.- Ruth Moenne-Locoz 6: Presenta forma de fruto globular, calibre medio (5,96 mm³), lejana genéticamente de Barcelona (azul), contenido medio de ácido oleico (>73%) y concentración media de proteína (18,9%) y concentración media de polifenoles 160,1 ug/ul. Esta selección es originaria del sector Cuarta Faja, comuna de Gorbea, predio de familia Moenne Locoz. El fruto posee estría media (cáscara) de color café oscuro, presenta un rendimiento industrial bajo (40,8%) y la planta tiene vigor Alto en su lugar de origen.

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 2: Cuadro 9 y cuadro 10

N° OE	N° RE	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	3	Al menos 1 individuo Plus (a partir de Selecciones Clonales obtenidas durante el proyecto), de Alto Rendimiento en pepa, evaluado en condiciones de cultivo, durante una temporada.	Calidad Industrial	% Rendimiento descascarado o Selección Plus >% rendimiento descascarado Tonda di Giffoni (p<0,05)	0	1	Julio-2019	2	3
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

Se realizan dos nuevas evaluaciones, que permiten caracterizar el fruto en cuanto a concentración de proteína total y concentración de polifenoles (**Cuadro 11**). Ambos factores son de gran interés para la industria de chocolatería, repostería, helados, Nutella, pastas entre otros. Al igual que para la industria de consumo directo, el valor de los aminoácidos contenidos en las proteínas y polifenoles, son de gran interés comercial para las dietas saludables. Si bien es cierto que hoy en día la industria no agrega valor por estos dos factores, a futuro estas características de calidad de fruta pueden ser muy importante para desarrollar productos diferenciados para distintas tendencias de alimentación a nivel mundial. Los resultados obtenidos en esta etapa final de selección son muy importante debido a que esta industria de procesos de avellano es la que más demanda de volumen existe en el mundo, con cerca del 90% de la fruta que es exportado a los distintos mercados.

Resultado Final: Transcurridos 4 años de prospección y selección de materiales introducidos de Avellano Europeo, se ha generado un ranking de selecciones clonales plus. Del universo total de 363 individuos, fueron elegidas 6 selecciones plus (**Cuadro 12**), de alto rendimiento industrial. Hay que señalar que, del universo de material prospectado, se identificó claramente un menor número de individuos (24) que presentan un rendimiento industrial sobre un 50% y forma redonda. Esta forma es demanda por la industria debido a que las máquinas de elaboración de chocolates han sido diseñadas para este tipo de formas, ya sea redonda u ovoide principalmente. Por lo tanto, las características de calidad que han sido utilizadas como factor de selección y en orden de importancia han sido las siguientes: (1) Forma de fruto: redonda u ovoide (2) Rendimiento industrial: >50% (3) distancia genética: Según análisis de conglomerados (4) contenido de Ácido Linoleico: Menor a 16% (4) proteínas >10% y (5) polifenoles totales: > a 150. Si bien el resultado final del proyecto era seleccionar 1 material plus, se ha decidido dejar las 6 mejores selecciones plus, con el objeto de que sean evaluadas agrónomicamente en una etapa posterior al proyecto. A continuación se realiza la caracterización de las 6 candidatas elegidas:

1.-Helmut Anders 5: Presenta forma de fruto globular, rendimiento industrial muy alto (52,7%), Lejana genéticamente de Tonda di Giffoni (verde), contenido de ácido linoleico neutro (15%) y baja concentración de proteína (7,94%) y alta concentración de polifenoles 207,3 ug/ul. Esta selección es originaria de Gorbea, del sector Cuarta Faja, predio de la familia Anders. El fruto posee estrías leves, con cáscara delgada de color café claro. La planta tiene vigor alto y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

2.- Ruth Moenne Loccoz 2: Presenta forma de fruto globular, rendimiento industrial Alto (50,2%), cercana genéticamente Tonda di Giffoni (amarillo), contenido de ácido linoleico neutro (16%) concentración de proteína media (12,13%) concentración media de polifenoles 158,07 ug/ul. Esta selección es originaria de Gorbea, del sector Cuarta Faja, predio de la familia Moene-Locoz. El fruto posee estrías medias, con cáscara delgada de color café oscuro. La planta tiene vigor alto y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

3.-La Barra 10: Presenta forma de fruto cónico, rendimiento industrial alto (52,2%), cercana genéticamente a Tonda di Giffoni (amarillo), contenido de ácido linoleico bueno (10%), concentración de proteína media (15,61%) concentración alta de polifenoles 358,4 ug/ul. Esta selección es originaria de Loncoche, del sector El Liuco, predio de la familia de La Barra. El fruto posee estrías leves, con cáscara delgada de color café oscuro. La planta tiene vigor medio y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

4.- Martin Anders 23: Presenta forma de fruto ovoide, rendimiento industrial medio (49,3%), lejana genéticamente a Tonda di Giffoni (verde), contenido de ácido linoleico neutro (15%), concentración de proteína alta (25,77%) concentración media de polifenoles 159,82 ug/ul. Esta selección es originaria de Gorbea, sector cuarta faja alta, predio de la familia Anders. El fruto posee estrías medias, con cáscara delgada de color café oscuro. La planta tiene vigor alto y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

5.- Manzo 7: Presenta forma de fruto globular, rendimiento industrial medio (49,3%), muy lejana genéticamente a Tonda di Giffoni (azul), contenido de ácido linoleico susceptible (17%), concentración de proteína alta (22,2%) concentración baja de polifenoles 138,15 ug/ul. Esta selección es originaria de Gorbea, sector cuarta faja, predio de la familia Manso. El fruto posee estrías fuertes, con cáscara delgada de color café claro. La planta tiene vigor alto y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

6.- La Ocasión 16: Presenta forma de fruto ovoide, rendimiento industrial muy alto (51,7%), lejana genéticamente a Tonda di Giffoni (verde), contenido de ácido linoleico susceptible (17%), concentración de proteína media (11,6%) concentración alta de polifenoles 386,9ug/ul. Esta selección es originaria de Gorbea, tercera faja, predio de la familia Seiffer. El fruto posee estrías leves, con cáscara delgada de color café claro. La planta tiene vigor alto y época de cosecha tardía, respecto a Tonda di Giffoni.

Documentación de respaldo (indique en que nº 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 2:
Cuadro 11 y cuadro 12

Nº OE	Nº RE	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	1	1 protocolo de multiplicación in vitro para cada individuo Pre-seleccionado	Protocolo Propagación in Vitro	Nº Protocolos	0	4	Julio 2019	3	1

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Etapa 1: Establecimiento

El objetivo principal de esta etapa es promover la brotación de microestaquillas para disponer de material reactivo para la fase siguiente de proliferación. Esta etapa inicial es la más compleja debido a que el material proveniente de plantas madres muestra bajos niveles de sobrevivencia debido a las altas tasas de contaminación y de oxidación de las microestacas. Para superar esta dificultad se desarrolló un protocolo (1) Manejo fitosanitario de plantas madres bajo condiciones controladas (2) Protocolo de desinfección basal de los explantes y (3) Protocolo de introducción de explantes a medio de cultivo (**Anexo 4**).

Resultado Principal: En el **cuadro 12** se muestra los días de establecimiento y la tasa de sobrevivencia de los explantes. Como se observa el tiempo mínimo de establecimiento de los explantes fue de 6 meses para PS IV. El tiempo máximo fue de 12 meses para PSIII. Las tasas de sobrevivencia de los explantes alcanzaron 3%, 4%, 4% y 12% para PSI, PSII, PSIII y PSIV, respectivamente. Estos resultados son aceptables para la especie *Corylus avellana* y concuerdan con los resultados obtenidos por Ellena, 1998; Nass y Read, 2004; Yu, 2004, Damiano *et al*, 2005, entre otros.

Etapa 2: Proliferación en medio sólido: Superada la etapa anterior se procedió a realizar sucesivos ajustes de medios de cultivos, con el fin de lograr tasas de proliferación mayores 2 brotes/explantes en corto tiempo y con ello obtener una multiplicación masiva del material.

Resultado: Como se observa en el **cuadro 13**, las tasas de proliferación alcanzadas en medio sólido fueron para PSI 1,2; PSII 1,5; PSIII 1,1 y PS IV 1,2. En el **cuadro 14**, se presenta el medio de cultivo sólido que logró iniciar la fase de multiplicación y permitió contar con material reactivo. Las tasas de proliferación obtenidas son similares a las logradas con diversos materiales de Avellano Europeo, entre ellos, Barcelona, Tonda di Giffoni, y portainjertos clonales RST1 y RST2. Estas tasas en general son muy bajas para validar el método de propagación a una escala comercial. Es por esta razón que se decidió realizar un cambio tecnológico en el método de proliferación. De esta manera se incorporó al protocolo la propagación en medio líquido, que permite aumentar significativamente las tasas de proliferación.

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 3: Cuadro 12, cuadro 13 y cuadro 14

Anexo 4. Protocolo de propagación in vitro

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta programada	Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)				
3	2	Incremento de la tasa de proliferación de explantes in vitro (Sistema Inmersión Temporal SIT)	Tasa de Multiplicación	Tasa Multiplicación SIT/ Tasa de Multiplicación Medio Sólido	1	3 veces	Septiembre 2018	3	2	
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										
<p>El sistema de inmersión Temporal (SIT) consiste en el uso de biorreactores donde son introducidos un gran número de explantes, a diferencia del medio sólido. Al interior de los biorreactores se produce un microambiente que combina etapas de oxigenación e inmersión temporal de los tejidos, usando medios de cultivos líquidos, que permite obtener material de alta calidad para la proliferación masiva.</p> <p>Resultado Principal: En el cuadro 15, se muestra las tasas de proliferación obtenidas y el tiempo de duración de esta etapa. Las tasas de proliferación de las preselecciones fueron PSI 2,35; PSII 3,75; PSII 3,15 y IV 3,15. El mejor medio para PSI fue D2-4, y el mejor medio para PSII, II y IV fue de D2-5 (cuadro 16 y cuadro 17).</p> <p>Como se observa los resultados de esta etapa son muy superiores a los obtenidos en medio sólido. Asimismo, es posible observar un material de mayor calidad, vigor y tamaño, el cual permite enfrentar de mejor forma las etapas siguientes de enraizamiento y aclimatación. Cabe señalar que la etapa de proliferación medio sólido es absolutamente necesaria para contar con material desinfectado y reactivo, con potencial de iniciar esta etapa de proliferación masiva en medio líquido.</p>										

Documentación de respaldo (indique en que nº 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 3: Cuadro 15 y cuadro 16

Nº OE	Nº RE	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	Obtención de material inicial in vitro Pre-selección do; enraizado in vitro y aclimatado in vivo en invernadero	Nº Plantas multiplicadas	Plantas Aclimatadas= Nº Plantas Propagadas*% Enraizamiento*% sobrevivencia en aclimatación.	0	500 plantas por cada Pre-selección	Julio 2019	3	3
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

Etapa de Enraizamiento:

A continuación, en los cuadros 18,19, 20 y 21 se muestra en detalle los resultados de enraizamiento de plantas durante sucesivos establecimientos el año 2018. Con el fin de determinar cuál es el medio de cultivo más adecuado para promover altas tasas de enraizamiento se realizaron sucesivos ingresos de material para cada una de las cuatro preselecciones clonales en estudio, tal como se muestra a continuación:

Enraizamiento Preselección I: Para el ingreso 14-02-2018 el medio utilizado fue de D24-RA. La tasa de enraizamiento alcanzó un 27%. Dado la baja tasa de enraizamiento obtenida se realiza un segundo ingreso de material con fecha 13-06-2018, con un nuevo medio con adición de citoquinina (BAP). Nuevamente los resultados fueron bajos los esperados para esta selección clonal con una tasa de enraizamiento de 21,4%.

Enraizamiento Preselección II: Para el ingreso 27-03-2018 el medio utilizada fue de D24-RA + BAP. La tasa de enraizamiento alcanzó un 30,3%. Dado la baja tasa de enraizamiento obtenido, se realizaron nuevos ingresos con la adición de distintos medios (MS1/2N y D24-RA con adición de citoquinina (BAP)). Nuevamente los resultados fueron bajos los esperados para esta selección clonal con tasas de enraizamiento 26,3% para MS1/2N, 25,2 y 39,7% para el medio D24-RA BAP.

Enraizamiento Preselección III: El primer ingreso 27-02-2018, el medio utilizada fue MS1/2N. La tasa de enraizamiento alcanzó un 32,8%. Dado la baja tasa de enraizamiento obtenido, se realizaron nuevos ingresos con la adición de distintos medios (MS1/2N y D24-RA con adición de citoquinina (BAP)). Nuevamente los resultados fueron algo superiores a los obtenidos por las otras Preselecciones, con tasas de enraizamiento 43,9% para MS1/2N, 31,6 y 31,5% para el medio D24-RA BAP.

Enraizamiento Preselección III: El primer ingreso 06-12-2017 en un medio MS1/2N. La tasa de enraizamiento alcanzó un 55,3%. Posteriormente el 04-01-2018 se realizó un segundo ingreso con el medio D24-RA y los resultados de enraizamiento fueron 26,3%. Se realiza un tercer establecimiento con fecha 21-03-2018, con el medio D24-RA con un 17% de enraizamiento. Se realiza un cuarto establecimiento con fecha 18-06-2018 con el medio D24RA+BAP, con resultados de un 28,3%. Finalmente, un quinto ingreso realizado el 27-06-2018, retomando el MS1/2N, con una tasa inferior al primer ingreso de un 30,3%.

Resultado Principal

Luego de evaluar distintos medios de enraizamiento, los resultados obtenidos para cada una de las 4 preselecciones clonales indican que la tasa de enraizamiento está en el orden de un 30%. Este resultado no permite hacer una escala comercial de producción de plantas, dado que de 100 explantes en proliferación solo 30 llegan a enraizar por lo que es un factor de eficiencia muy bajo e inviable en términos económicos. Considerando este resultado obtenido y tal como se ha planteado en el informe N°7, se propuso un cambio en el desarrollo de la metodología de trabajo. Dicho cambio consistió en realizar la fase de enraizamiento ex vitro, mediante la adición de hormona de crecimiento (IBA), aplicada mediante un deeping, que consiste en sumergir las microestaquillas en la solución hormonal por un corto periodo de tiempo. Luego las estacas se establecen en un sustrato inerte. Por otra parte, se procedió a realizar un cambio importante en el método de aclimatación. Este consistió en reemplazar el sistema de bolsa de 3 litros por contenedores plásticos con tapa (cajas) de 2x1m, en cuyo interior es posible establecer alrededor de 150 microestaquillas. Este sistema fue desarrollado bajo condiciones controladas de temperatura, fotoperiodo y humedad, en cámara de crecimiento.

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 3: Cuadro 18,19,20 y 21

N° OE	N° RE	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	Obtención de material inicial in vitro Pre-seleccionado , enraizado in vitro y aclimatado in vivo en invernadero.	N° Plantas multiplicadas	Plantas Aclimatadas= N° Plantas Propagadas* % Enraizamiento*%sobrevivencia en aclimatación.	0	500 plantas por cada Pre-selección	Julio 2019	3	3
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									

Etapa de Aclimatación:

A continuación, en los cuadros 22, 23, 24 y 25, se presentan los resultados de la fase aclimatación durante la temporada 2018, luego de sucesivos ingresos de material y estos se comparan con el nuevo método en evaluación a partir de ingresos desarrollados el año 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados para cada una de las siguientes preselecciones clonales.

Aclimatación PSI: Se realiza el primer ingreso de 40 plántulas con fecha 06-06-2018. A los 198 días no hubo plantas sobrevivientes. El 22-10-2018, ingresaron 21 plantas enraizadas, con un 19% de sobrevivencia a los 59 días. Con el método actual, ingresaron con fecha 19-06-2019 120 plantas y al cabo de 37 días se registra un 87% de sobrevivencia (Foto 1). Cabe destacar que las plantas enraizadas, bajo este método, fueron trasplantadas para iniciar la fase de recría bajo invernadero.

Aclimatación PSII: Se realiza el primer ingreso de 43 plántulas con fecha 06-08-2018. A los 136 días de evaluación no hubo plantas sobrevivientes. Luego con fecha 22-08-2018, ingresaron 30 plántulas enraizadas, con un 0% de sobrevivencia a los 120 días. Se realiza un tercer ingreso con fecha 25-09-2018, y luego de 86 días se registra un 6% de sobrevivencia. Finalmente se realiza un cuarto ingreso con fecha 06-11-2018, con un 33% de sobrevivencia a los 44 días. Con el método actual, ingresaron con fecha 26-06-2019 112 plantas y al cabo de 39 días se registra un 74% de sobrevivencia (Foto 2). Cabe destacar que las plantas enraizadas, bajo este método, han sido trasplantadas para iniciar la fase de recría bajo invernadero.

Aclimatación PSIII: Se realiza el primer ingreso de 40 plántulas con fecha 22-06-2018. A los 136 días de evaluación no hubo plantas sobrevivientes. Luego con fecha 26-08-2018, ingresaron 65 plántulas enraizadas, con un 37% de sobrevivencia a los 177 días. Se realiza un tercer ingreso con fecha 05-11-2018, y luego de 45 días se registra un 36% de sobrevivencia. Con el método actual, ingresaron con fecha 21-06-2019, 128 plantas y al cabo de 39 días se registra un 80% de sobrevivencia (Foto 3). Cabe destacar que las plantas enraizadas, bajo este método, han sido trasplantadas para iniciar la fase de recría bajo invernadero.

Aclimatación PSIV: Se realiza el primer ingreso de 47 plántulas con fecha 20-04-2018. A los 244 días de evaluación. Luego con fecha 26-08-2018, ingresaron 65 plántulas enraizadas, con un 37% de sobrevivencia a los 177 días. Se realiza un tercer ingreso con fecha 05-11-2018, y luego de 45 días se registra un 36% de sobrevivencia. Con el método actual, ingresaron con fecha 21-06-2019, 128 plantas y al cabo de 39 días se registra un 80% de sobrevivencia (Foto 4). Cabe destacar que las plantas enraizadas, bajo este método, han sido trasplantadas para iniciar la fase de recría bajo invernadero (Foto xx). Con el método actual, ingresaron con fecha 19-06-2019 120 plantas y al cabo de 37 días se registra un 87% de sobrevivencia. Cabe destacar que las plantas enraizadas, bajo este método, han sido trasplantadas para iniciar la fase de recría bajo invernadero.

Resultado Final

El desarrollo de un protocolo in vitro para las selecciones clonales requiere de mínimo 1 año y cuatro meses para selección PS1 y un máximo de 1 año 10 meses para el caso de la preselección II. Para la PS3 se requiere 1 y 8 ocho meses y para la PS4 1 año y 7 meses (cuadro 26). Gran parte del periodo de desarrollo del protocolo (50% en promedio) está relacionado con la fase de establecimiento. Esta etapa tiene un fuerte componente de investigación, la cual requiere de numerosas pruebas de ajuste de protocolo, que permita desinfectar el material de agentes patógenos y evitar la oxidación de yemas, para inducir la proliferación de éstas. Sin embargo, una vez superada esta fase -durante un periodo de 4 o 5 años- no se requiere volver a iniciar esta fase de establecimiento y el ciclo de producción in vitro de planta se acorta, el cual se inicia desde la fase de proliferación hasta la aclimatación.

Como resultado principal del protocolo la eficiencia neta para la producción de explantes fue de 7,09; 4,11; 4,03 y 1,51 plantas aclimatadas por cada explantes proliferado, para cada selección, respectivamente (cuadro 27). Este factor de eficiencia ha sido calculado en base a los indicadores de proceso (1) tasa proliferación en medio líquido (2) tasa de enraizamiento y (3) tasa aclimatación (Cuadro xx). Este indicador de logro permite determinar que al cabo de un año de ciclo de producción in vitro y a partir de 100 explantes proliferados, es posible generar 252.735 plantas aclimatadas de PSI; 252.735 de PSII; 28.451 de PSIII y 26.429 plantas aclimatadas y 524 plantas para PS IV (Cuadro 28). Por lo tanto, dicho valor de eficiencia da cuenta de grandes diferencias entre cada uno de los materiales, a pesar de la corta distancia genética existente entre ellos. De esta manera, la selección que mejor ha respondido a la tecnología fue PSI, que se establece en un menor lapso y a su vez se multiplica, se enraíza y es posible aclimatar con la mayor eficiencia desde un punto de vista comercial. Por el contrario, la preselección 4, a pesar de su alta de proliferación su tasa de enraizamiento y aclimatación no superan el 50%, generando un índice de eficiencia neta de tan sólo 1,51, lo que hasta el momento con hace inviable la multiplicación in vitro de esta preselección a escala comercial. De acuerdo, a los resultados obtenidos, es evidente que obtener buenos indicadores de proceso en cada una de las etapas del ciclo, requiere de pruebas previas, ajustes a los protocolos, evaluaciones y análisis de datos que permiten luego de dos años de investigación contar con un protocolo de propagación in vitro para 4 preselecciones clonales.

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 3: cuadros 22,23, 24, 25,26,27y28

Foto 1, 2,3 y4

Nº OE	Nº RE	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		
4	1	200 de productores que conocen el comportamiento de selecciones clonales.	Productores informados	Nº de productores que conocen el comportamiento de cada selección	0	200	Abril-2019	4	1
<p>Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lanzamiento del Programa: Ubicación Hotel Frontera: Fecha: 04-08-2015: Cobertura: 166 personas. - Seminario de Lanzamiento Libro Avellano Europeo: Presentación Primeros Resultados del proyecto: Ubicación: Hotel Dreams Temuco. Fecha noviembre de 2016. Cobertura 166 personas. - Congreso Internacional de Avellano: Presentaciones y Poster en Congreso. Ubicación Turquía. Fecha: 16-08-2017. Cobertura: 300 investigadores y profesionales de diversas partes del mundo. - Publicación Científica: Ellena, M., González, A., Sandoval, P. and Marchant, F. (2018). Survey of hazelnut germplasm (<i>Corylus avellana</i> L.) in central-south and southern Chile. Acta Hort. 1226, 65-72; DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1226.9 https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.9 - Presentación de Poster en Congreso: Prospección of hazelnut germplasm (<i>Corylus avellana</i> L.) in central-south and southern Chile. IX International Congress of Hazelnuts. Samsun, Turkey. Noviembre 2017. - Dia de Campo Avellano Europeo. INIA Carillanca. Fecha: 21 de junio de 2018. Cobertura: 70 agricultores y profesionales. - Seminario Frutícola Araucanía: Presentación de resultados y avances Proyectos de Avellano Europeo. Miguel Ellena. Hotel Frontera Temuco: Cobertura: 130 agricultores, profesionales y técnicos. - Publicación revista de difusión agrícola. Avances tecnológicos del avellano europeo en Chile. Miguel Ellena RED AGRICOLA. (85): 60-62. abril 2017. - Publicación en revista de difusión agrícola: Segunda parte. Avances tecnológicos del avellano europeo en Chile. RED AGRICOLA. (86): 84-87 junio, 2017. - Publicación de Libro: El Avellano Europeo en Chile: 10 años de recopilación e investigación. Capítulo 8: Variedades y portainjertos. Capítulo 9: Propagación Capítulo 10: Mejoramiento Genético. 									

2.1 Análisis de brecha.

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

Objetivo 2; Resultado 2

-Al menos 1 individuo plus (a partir de Selecciones Clonales obtenidas durante el proyecto), de Alto calibre, evaluado en condiciones de cultivo, **durante una temporada.**

Objetivo 3: Resultado 3

-Al menos 1 individuo Plus (a partir de Selecciones Clonales obtenidas durante el proyecto), de Alto Rendimiento en pepa, evaluado en condiciones de cultivo, **durante una temporada.**

Discrepancias entre lo programado y obtenido:

De acuerdo con lo informado el cuadro de resultados se ha tomado la decisión de elegir no una, sino que 5 selecciones plus de Alto Calibre y 6 Selecciones plus de alto rendimiento para la industria. Esto debido que para seleccionar 1 individuo plus, se requiere realizar la respectiva evaluación en campo del comportamiento agronómico de las 5 y 6 selecciones plus, y lo anterior al menos por un periodo de 8 temporadas en producción, ya que es necesario determinar el potencial productivo de las selecciones en cuanto se inicie el pleno régimen productivo.

Por lo tanto, no es suficiente 1 temporada como fue establecido en el plan operativo del proyecto. Si bien las 5 selecciones plus, actualmente se encuentran en condiciones cultivadas en campo, estas fueron establecidas en septiembre del año 2017 y tras dos temporadas post establecimiento, aún no se inicia comercialmente la entrada en producción. Por lo tanto, aún no es posible obtener un indicador que permita evaluar tanto el calibre de fruto, como el rendimiento industrial, en condiciones cultivadas, para ser comparados las variedades estándares de la industria, Barcelona, para Calibre y Tonda di Giffoni, para rendimiento industrial. Hay que señalar además que los indicadores (calibre de fruto y rendimiento industrial) construidos en la elaboración de este plan operativo, son un parámetro importante pero que no define por sí solo la selección del material superior. Esto debido a que el material no solo debe presentar alto calibre y rendimiento industrial, sino que también expresar altos rendimientos en campo para ser un buen candidato. Dado la naturaleza de estos proyectos (3 años y 1 año de extensión, no siempre es posible obtener resultados finales para huertos frutales que requieren un periodo extenso de evaluación. Finalmente hay que señalar que la continuidad y sustentabilidad del proyecto está siendo abordada a través del proyecto PTEC Universidad de Chile, Universidad de la Frontera e INIA "Centro para la Investigación e Innovación en Fruticultura para la Zona Sur". PTEC Código: 16PTECCFS-66647. Sostenibilidad y uso eficiente de recursos en la producción de Avellano Europeo (*Corylus avellana* L.) en la zona Centro Sur de Chile (Programa Fruticultura Sur-16PTECCFS66647).

Objetivo 2 Resultado 2:

Incremento de la tasa de proliferación de explantes in vitro (Sistema Inmersión Temporal SIT)
Discrepancias entre lo programado y obtenido: Indicadores: Tasa Multiplicación SIT/ Tasa de Multiplicación Medio Sólido=3.

La preselección I, no alcanzó a obtener las tasas de proliferación propuestas dado que alcanzó una tasa mensual de proliferación de 2,35 brotes/explante, por lo que existe una brecha de 0,65 unidades. Las Preselecciones II, III y IV superaron el indicador propuesto con valores de 3,75; 3,15 y 3,15 brotes/explante. Sin embargo, estos resultados obtenidos, no permite dar cuenta de la eficiencia de todo el proceso de producción de planta in vitro. Por lo tanto, este indicador, si bien es importante, es un resultado intermedio. Por su parte, la eficiencia neta de producción del proceso de producción in vitro es el indicador de logro más adecuado para evaluar la eficiencia del proceso. De esta manera la preselección I, si bien muestra la tasa de proliferación más baja, en contraste muestra la tasa de eficiencia neta más alta (8,15) esto debido a la alta tasa de enraizamiento y aclimatación. Por el contrario la Preselección IV, muestra alta tasa de proliferación, pero bajas tasas de enraizamiento y aclimatación, lo que genera una eficiencia neta tan baja que hace inviable el escalamiento comercial de tecnología desarrollada.

Objetivo 3: Resultado 3: Obtención de material inicial in vitro preseleccionado; enraizado in vitro y aclimatado in vivo en invernadero.

El resultado final propuesto fue de 500 plantas aclimatadas. Actualmente se encuentran en fase de recría un total 134 plantas para PSI; 126 plantas para PSII; 183 para PSIII y 1165 PSIV. Por lo tanto, la brecha es de alrededor de 380 plantas. Sin embargo y luego de las modificaciones realizadas, este número de plantas es suficiente para desarrollar ensayos de campo. Este ensayo será establecido en el campo experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, en el marco del proyecto previamente señalado.

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
De acuerdo con lo señalado en el informe 7, se realiza un cambio metodológico, con el fin de incrementar las tasas de enraizamiento y aclimatación de las preselecciones clonales I, II, III y IV.	Positivas: A partir de las modificaciones realizadas, se logró obtener resultados positivos, en cuanto a la mejora significativa en los indicadores de eficiencia, tasa de enraizamiento y tasa de aclimatación para cada una de las preselecciones, tal como se muestra en detalle en los resultados del proyecto.	Se procede hacer un by pass de la etapa de enraizamiento in vitro y se realiza directamente una fase de enraizamiento ex vitro, a través de la aplicación de un deeping basal de hormonas promotoras del enraizamiento y a su vez se cambia la técnica de aclimatación, reemplazando las bolsas individuales por contenedores plásticos con tapa, que generan un microambiente adecuado para el desarrollo de la planta.
Se reemplaza actividad programa “ Día de campo 2019 ” debido al gran número de eventos de difusión tecnológica programados el área frutícola para el sur de Chile. Más aún que fueron realizados el año anterior (2018) un día de campo en INIA Carillanca y 1 Seminario Masivo en Temuco. Por lo tanto, no existían suficientes avances para hacer una Actividad en terreno atractiva, con información nueva para los productores.	Positivas: Debido a que se cumplió con el objetivo de difundir los resultados del proyecto, a más de 200 productores de Avellano Europeo, que participaron de las actividades programas el año 2019, por Fedefruta, SOFO, SAGO y Universidad de la Frontera.	Se reemplaza una actividad de difusión comprometida “ Día de campo ” por la participación del equipo técnico, en distintos Seminarios realizados en Osorno, Gorbea y Temuco.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

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

Objetivo 1: Resultado 4 y 5: 15 y 15 materiales plus seleccionados.

Actividades:

-Recolección de fruta in situ proveniente de árboles selecciones para calibre y rendimiento industrial.

-Análisis químico de fruta: Las muestras de fruta recolectado en campo fueron procesadas en INIA Carillanca, y posteriormente enviados a Laboratorio de BIOREN de la Universidad de La Frontera para realizar análisis de Proteína y Polifenoles Totales.

-Análisis Datos: Una vez enviada los datos obtenidos en laboratorio se procede a realizar el análisis de datos para obtener dos nuevos indicadores relevantes en cuanto a calidad de fruto que permitan elegir los mejores 15 y 15 candidatos.

-Obtención de resultados.

Objetivo 1: Resultado 5 y 6 Obtención de 1 y 1 material plus seleccionado:

Actividades:

En esta etapa se hace un análisis de información en el cual se reúnen todos los antecedentes referidos a calidad de fruto de los materiales seleccionados y se genera un ranking de las mejores 5 y 6 selecciones plus calibre y rendimiento industrial obtenidas por el proyecto.

Objetivo 2: Resultado 1: Al menos 1 individuo plus obtenido a partir de cuatro preselecciones en condiciones de cultivo.

Actividades:

Cosecha de ensayos establecidos en INIA Carillanca, en el cual fueron obtenidos rendimiento, calibre y rendimiento industrial de los frutos cosechados, de las preselecciones I, II, III y IV.

Análisis de datos de toda la información reunida durante el proyecto, a partir de la cual se genera la mejor Preselección clonal para la industria de consumo directo.

Obtención de resultados.

Objetivo 3: Resultado 3: 1 Protocolo de multiplicación in vitro para cada individuo preseleccionado.

- Se realizaron 4 ingresos a sistema de inmersión temporal de material en proliferación proveniente de medio sólido, de las preselecciones I, II, III y IV. Para esta actividad se realizó la preparación y esterilización de los insumos del sistema de inmersión, para el ingreso de los explantes en proliferación de la fase sólida.

- Elaboración de medios de cultivo líquido para los explantes.

- Ingreso de los materiales desde el medio sólido hacia los bio-reactores bajo campana de flujo laminar.

- Salida de materiales en proliferación e inicio de la etapa de aclimatación.
- Enraizamiento de material ex vitro mediante la sumersión (deeping) en solución de hormonas.
- Trasplante a contenedores de plástico con sustrato preparado con turba-perlita en una relación 3:1.
- Manejo agronómico de plantas bajo los contenedores. Aplicación agua de riego, fungicidas y fertilizantes granulados con NPK.
- Actividades de evaluación de mortalidad y sobrevivencia de plantas.

Objetivo 4: 200 de productores que conocen el comportamiento de selecciones clonales.

Participación en los siguientes Seminarios programados:

- Encuentro Frutícola Fedefruta 2019. Osorno: Fecha 12 de junio de 2019. Recinto SAGO.
- Encuentro Frutícola Fedefruta 2019. Temuco: Fecha 01 de agosto de 2019. Recinto SOFO
- Charlas Técnicas Empresa Patagonia: Gorbea, Fecha 04 de septiembre de 2019. Restaurant Don Coco, Gorbea
- Seminario Avellano 2019: Avellano Europeo: Desafíos para la producción sostenible e innovación en el Sur de Chile. Temuco, 23 de agosto de 2019.

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

Día Campo 2019: Como fue mencionado en los problemas, no se realizó esta actividad, la cual fue reemplazado por cuatro actividades masivas realizados en las comunas de Osorno, Gorbea y Temuco.

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

La brecha es un Día de campo programado el cual no fue realizado, y fue reemplazo por cuatro actividades de difusión de los resultados obtenidos del proyecto.

9. POTENCIAL IMPACTO

5.1 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.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto y proyecciones.

Selección Plus de Alto calibre para consumo Directo: Resultado Final: Transcurridos 4 años de prospección y selección de materiales de Avellano introducidos por inmigrantes europeos, se ha generado un ranking de selecciones clonales plus más promisorias para completar a la variedad estándar Barcelona. Así, del universo total de 363 individuos, fueron elegidas 5 selecciones plus, para consumo directo, en base a calidad de fruto según las siguientes categorías: (1) Forma de fruto, (2) calibre, (3) distancia genética, (4) contenido de Ácido Oleico, (4) proteínas y (5) polifenoles totales. Si bien el resultado final del proyecto era seleccionar 1 material plus, se ha decidido dejar las 5 mejores selecciones plus, con el objeto de que sean evaluadas agronómicamente en una etapa posterior al proyecto. Si bien se ha caracterizado la calidad de la fruta seleccionado, se requiere realizar evaluaciones de aspectos productivos de los materiales plus. Entre las proyecciones que pudieran diferenciar o complementar a la variedad Barcelona, es posible pensar que en base a la adaptación que han sufrido dichos materiales, a particulares condiciones del sur de Chile, durante estos últimos 120 años, se proyecta no solo una mejor calidad de fruto, sino que a su vez alta productividad, y adaptación a condiciones de suelos ácidos del sur de Chile, potencial tolerancia a plagas endémicas tales como *Aegorhinus superciliosus*, *nodipennis*, *Callisphiris*, *Testtigades chilensis*, entre otras. De igual forma mayor tolerancia a enfermedades bacterianas como *Xanthomona campestris*, *Pseudomonas*, entre otras.

Al menos 1 individuo Plus, obtenido a partir de 4 Preselecciones INIA de alto calibre, y 1 protocolo de multiplicación in vitro para cada individuo Preseleccionado.

El objetivo de evaluar 4 materiales, los cuales fueron previamente seleccionadas por el equipo de trabajo, fue adelantar tiempo y con ello obtener resultados previos que fueran alcanzados durante el transcurso del proyecto. De esta manera, se obtuvieron dos resultados importantes que son de alto valor y que contribuirán a la toma de decisiones en el proceso futuro de selección de selecciones plus. El primero es que al segundo año post establecimiento del huerto, se obtuvo un rendimiento mayor que Barcelona y se mantuvieron las características de calidad del fruto, en un huerto cultivado. Se espera que a futuro se mantenga esta tendencia.

El segundo resultado tiene relación con la capacidad del material para mostrar indicadores altos eficiencia neta para la producción in vitro de una planta aclimatada. Así, ha sido posible observar que a pesar de la corta distancia genética que hubo entre estas preselecciones, hay algunos materiales más reactivos y que tienen posibilidades de ser clonados masivamente, mientras que otros no son lo suficientemente reactivos para seguir en una etapa de evaluación en campo.

Por lo tanto, la Preselección IV a pesar de mostrar características similares en cuanto a calidad de fruta a las selecciones I, II y III, al mostrar baja eficiencia neta de propagación no es posible que sea una candidata para selección plus. De esta manera, para la obtención de materiales plus en el futuro, tanto para consumo directo o para la industria de chocolate, se requiere en forma paralela a la evaluación en campo establecer los protocolos de propagación in vitro.

Selección Plus de Alto Rendimiento Industrial para industria chocolatera:

Alto rendimiento industrial: En primer lugar, hay que señalar que se requiere esta característica de calidad para la industria, debido a que mientras más alto este índice se utiliza una mayor proporción como producto como materia primera (pepa), quedando un menor producto de desecho el cual sería la cáscara. En este sentido la industria bonifica a un mayor precio de pago en la medida que los rendimientos industriales son mayores. ***Durante el proyecto se logró obtener 6 selecciones plus cuyo rendimiento industrial oscila entre 49,3% a 52,7%. Estos resultados son significativamente superiores a la variedad estándar cultivada y de más alto rendimiento de industria, como lo es Tonda di Giffoni, cuyo valor promedio es de un 46%.***

Al mismo tiempo estos materiales se caracterizan por presentar formas globulares, cónicas y ovoide, requeridas por la industria chocolatera de avellana, cuyos productos incluyen normalmente una avellana entera de tamaño medio en sus productos. Se observó que están candidatas presentan un muy buen desprendimiento del perisperma luego del proceso de tostado, siendo esta característica demandada por la industria. La razón de ello es que dicha película envolvente presenta un contenido alto de taninos que confieren sabores amargos a la pepa.

La industria chocolatera de avellanas representa un 90% de la demanda mundial, por lo que estas 6 selecciones clonales tienen una gran proyección desde punto de vista de la calidad de los frutos que fueron seleccionados. Esta proyección será materializada a través del ya mencionado PTEc-INIA-UFRO-UChile, en el cual se establecerán estos 6 materiales en predio de la Universidad de La frontera con el fin medir su comportamiento agronómico y determinar la curva de producción hasta llegar a pleno régimen productivo.

Asimismo, una vez que se inicie la etapa productiva de los huertos establecido en Carillanca y en la UFRO, se enviarán muestras al laboratorio de calidad de FERRERO HCo, con el fin de que el material sea rankeado por la propia industria respecto a su calidad industrial y organoléptica. Esta actividad es un hito a futuro determinante en la proyección productiva de estas futuras selecciones.

Nuevas capacidades o competencias científicas y línea de investigación generadas: Los materiales plus de alto rendimiento industrial seleccionados, potencialmente pueden ser utilizados como parentales para programas de mejoramiento genético, cuyo fin sea la obtención de nuevas variedades y cultivares polinizantes. Esta línea de investigación se desarrollará en forma conjunta con INIA, Universidad de La Frontera y FERRERO, en el marco del proyecto PTEc CORFO portafolio Mejoramiento Genético de Avellano Europeo, cuyo plan de trabajo se extiende hasta el 2026.

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.

Año 2015:

Mercado chino: Ferrero está construyendo una segunda planta de proceso de Avellana en China. Dicha planta tendría una capacidad de elaborar 30.000 ton anuales de producto en base a chocolate, cuyo principal ingrediente corresponde a avellana.

Mercado europeo: Durante la Temporada 2014-2015, la región norte del país, Piamonte, se establecieron mil nuevas hectáreas de Avellano Europeo. En Francia, la cooperativa Unicoque, planea llevar la producción a 30.000 toneladas de avellanas de aquí al 2030.

Año 2016:

Camilo Scocco, gerente de AgriChile, señaló que las demandas de avellanas por parte de la empresa FERRERO alcanza las 30.000 hectáreas plantadas en Chile.

Año 2017:

Claudia Directora Nacional de ODEPA, del entonces, señala que el para Avellano Europeo el año existían 700 ha, mientras que, en 2017, bordean las 18.000 ha plantas. El año 2017, Turquía producía 600.000 tons, calificada como una producción normal.

Año 2018:

Durante la temporada 2017-18, se observó un fuerte incremento de la superficie plantada en la región con un incremento de un 100% durante los últimos 5 años. Las plantas de Tonda di Giffoni, se encuentran completamente agostas y con proyecciones de plantación de 200-300 hectáreas a nivel nacional. Según revista el campo de el mercurio durante el año 2018, fueron producidas 20.000 ton de fruta limpia, de las cuales un 98% fue adquirido por la empresa Agrichile, filial de Ferrero en Chile. Reportes de la empresa Ferrero, se observa un fuerte crecimiento de superficie anual de Avellano Europeo. Además una nueva proyección de demanda por Avellanas, que considera la expansión de hasta 60 mil hectáreas de Avellano en Chile, considerando sólo las necesidades de Ferrero. Se espera que la planta Ferrero además construya una planta de recepción en la región de Los Ríos, con el fin de acopiar la fruta producida en la regiones al sur de LA Araucanía.

Año 2019: Hasta Octubre.

Actualmente la industria muestra un dinamismo fuerte respecto a la demanda por avellanas. Según Censo frutícola 2019, en La Araucanía se han plantado 7.034 ha, es decir 2.634 nuevas ha, respecto a lo informado por el Censo 2016. En Europa y Estados Unidos se ha observado un fuerte incremento en la tasa anual de plantación de huertos de Avellano. En Italia se propone un plan nacional de establecimiento de Avellano de 20 mil nuevas hectáreas de Avellano, en zonas tradicionales, como Campaña, Piamonte, Sicilia y nuevas áreas como Emilia Romagna, Umbría, entre otras.

El crecimiento observado durante la ejecución de este proyecto y las proyecciones futuras, repercuten directamente con la necesidad de contar con nuevas variedades, que permitan ampliar áreas productivas, mejorar la calidad del producto y aumentar la eficiencia productiva.

11. DIFUSIÓN

Describa 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	04-08-2015	Hotel Frontera Temuco	Lanzamiento del Programa	166	Informe Avance 1. Presentaciones power point publicadas on line en: www.inia.cl
2	11-11-2016	Hotel Dreams Temuco	Seminario de Lanzamiento. Libro Avellano Europeo	134	Informe Avance 1. Presentaciones power point publicadas on line en: www.inia.cl
3	16-08-2017	Samsun, Turquía.	IX Congreso internacional del Avellano Europeo	300	Poster y publicaciones científicas en Acta Horticulturae.
4	21-06-2018	INIA Carillanca	Día de Campo Avellano Europeo INIA Carillanca	70	Informe de Avance N°6. Registro fotográfico.
5	08-11-2018	Hotel Frontera Temuco	Seminario Frutícola Araucanía	130	Informe de Avance N°6. Presentaciones power point publicadas on line en: www.inia.cl
6	12-06-2019	SAGO Osorno	Encuentro Frutícola Fedefruta 2019	75	Presentaciones power point publicadas on line en: www.fedefruta.cl
7	01-08-2019	SOFO Temuco	Encuentro Frutícola Fedefruta 2019.	62	Presentaciones power point publicadas on line en: www.fedefruta.cl
8	04-09-2019	Restaurant Don Coco, Gorbea	Charlas Técnicas Empresa Patagonia:	29	Documento a productores.
9	23-08-2019	Universidad de La Frontera	Seminario Avellano 2019: Avellano Europeo: Desafíos para la producción sostenible e innovación en el Sur de Chile.	128	Presentaciones publicadas em www.ufro.cl
Total, participantes				1.164	

PRODUCTORES PARTICIPANTES

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

8.1 Antecedentes globales de participación de productores

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

Región	Tipo productor	N° de mujeres	N° de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el N° de productores por etnia)	Totales
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
	Totales				

8.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		

12. CONSIDERACIONES GENERALES

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

Generar ventajas competitivas para los productores de avellano europeo, a través de la obtención de selecciones clonales de Avellano Europeo que produzcan frutos de mayor calibre y rendimiento industrial.

Si, debido a que fueron seleccionados 6 individuos con rendimiento industrial superior a 49% hasta 52,3% de rendimiento industrial, respecto al 46% de la variedad estándar cultivada en Chile.

Sí, fueron obtenidos 5 individuos con calibre superior a Barcelona a 5,58 cm³ y 8,1 cm³, valores muy superiores al estándar Barcelona con 4,7 cm³.

Del mismo modo las selecciones plus han sido rescatadas, propagadas y establecidas en campos de colección de INIA Carillanca, encontrándose actualmente en etapa de crecimiento vegetativo y adportas de iniciar su primera producción durante el mes de marzo del 2020.

Los análisis de diversidad genética muestran que las selecciones clonales se distancian genéticamente a Barcelona, para aquellas seleccionadas por calibre y a la variedad Tonda di Giffoni, aquellas seleccionadas por rendimiento industrial.

Lo anterior da cuenta del valioso material genético que fue introducido por los inmigrantes europeos durante el siglo pasado.

Finalmente, este valioso rescate, permitirá evaluar en campo las mejores selecciones, y al mismo tiempo, emplear algunos de ellos como parentales, siendo la base de programa de mejoramiento genético.

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

Equipo Técnico: En términos generales, el equipo técnico de trabajo de INIA, corresponde a un grupo consolidado por lo que asegura que se obtendrán los resultados propuestos, más allá de los inconvenientes propios de un trabajo de investigación como es el caso de este proyecto.

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

La innovación más importante fue haber obtenido 6 selecciones clonales plus, con rendimiento industrial muy superior al estándar de la industria. A su vez se obtuvieron 5 selecciones plus de calibre significativamente superior al estándar de la industria. Fue posible poner a punto un protocolo de propagación de plantas in vitro a través tecnología de ultima generación como inmersión temporal, a través del uso de bio-reactores y medio de cultivo líquidos. De igual modo fue posible establecer un innovador método de aclimatación a través del uso de contenedores plásticos no conocido en otras partes de Chile y el extranjero.

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

No hay otros aspectos que mencionar y que no hayan sido abordados a través de los capítulos de este informe.

13. CONCLUSIONES

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

Este proyecto ha sido muy importante para el desarrollo de una línea de investigación de mejoramiento genético para el país. Esto más aún en el escenario actual de los programas privados de mejoramiento del extranjero, quienes protegen sus materiales, disminuyendo sostenidamente el intercambio de material genético entre los países.

El rescate de este patrimonio genético nacional, que estuvo en riesgo erosión, es un valioso aporte para el desarrollo de la industria nacional y mundial del Avellano Europeo.

14. RECOMENDACIONES

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

No hay sugerencias al respecto.

Cuadro 2. Resumen de prospección de materiales de avellano europeo introducido por inmigrantes europeos.

Maule	16	3,55	43,96
Valle central	16	3,55	43,96
Bio Bio	1	5,92	40,28
Valle central	1	5,92	40,28
La Araucanía	301	3,61	42,19
Precordillera	3	3,61	42,64
Secano Interior	8	4,24	39,32
Valle central	5	4,13	38,49
Valle central	11	3,42	47,35
Norte			
Valle central	274	3,59	42,13
Sur			
Los Lagos	40	3,18	41,82
Precordillera	3	2,75	40,44
Secano Interior	10	3,26	42,25
Valle central	27	3,20	41,81
Total general	358	3,57	42,22

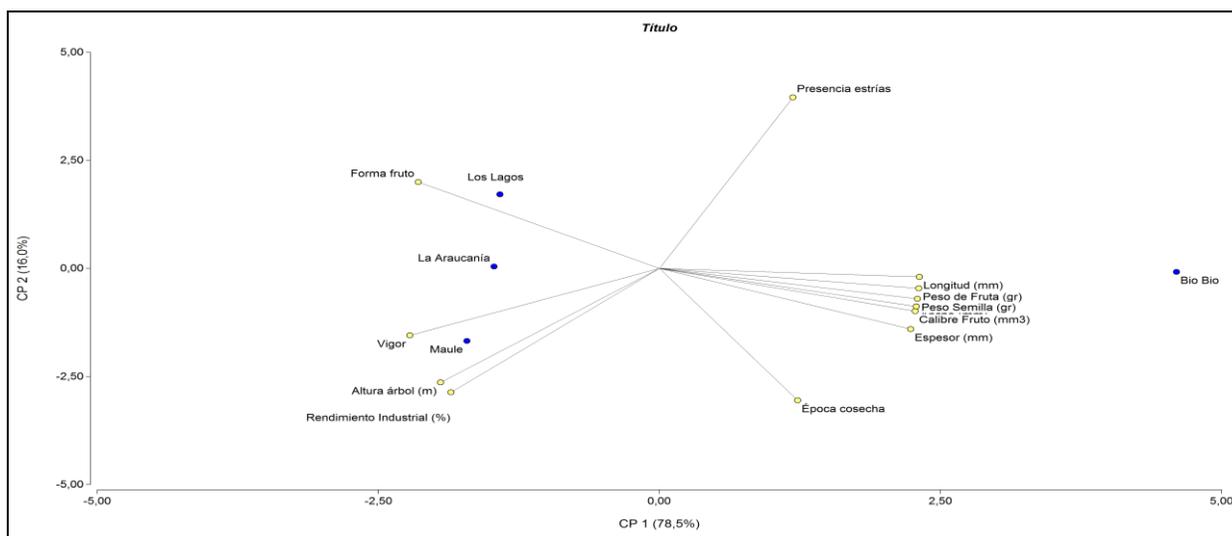


Gráfico1: Análisis de componentes principales que relaciona las variables calibre (mm); peso semilla (gr); espesor (mm); Rendimiento industrial (%); presencia estrías; época de cosecha; vigor y Altura del árbol de 363 selecciones clonales.

Cuadro 3: Clúster de Clasificación de frutos según calibre (mm). Análisis de conglomerados programa estadístico InfoStat.

	<i>Calibre Fruto (mm3)</i>	<i>Mín. de Calibre Fruto (mm3)</i>	<i>Promedio de Calibre Fruto (mm3)</i>	<i>Máx. de Calibre Fruto (mm3)</i>
Calibre medio	312	1,35	3,285	4,92
Calibre Bajo	2	0	0,510	1,02
Calibre Alto	44	4,97	5,71	8,1
Total general	358	0	3,57	8,1

Cuadro 4: Clúster de clasificación de Rendimiento Industrial (%). Análisis de conglomerados programa estadístico InfoStat.

	<i>Rendimiento Industrial (N° Individuos)</i>	<i>Mín. de Rendimiento Industrial (%)</i>	<i>Promedio de Rendimiento Industrial (%)</i>	<i>Máx. de Rendimiento Industrial (%)</i>
Muy Bajo	2	15,2	19,1	22,9
Bajo	16	29,8	33,2	35,1
Normal	316	35,6	42,3	48,5
Alto	24	48,8	50,4	52,7
Total general	358	15,2	42,3	52,7

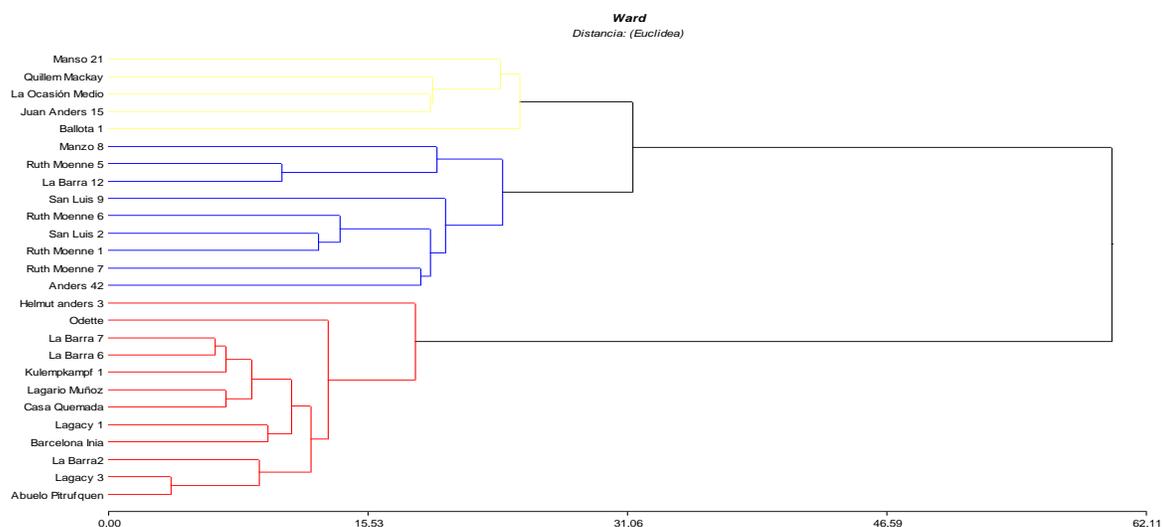


Gráfico 2. Dendrograma de análisis de conglomerados según calibre para 24 selecciones clonales de Avellano Europeo. Categorías Distancia Genética respecto a Barcelona: Muy Lejana: Color Amarillo; Lejana: Color Azul; Cercana: Color Rojo

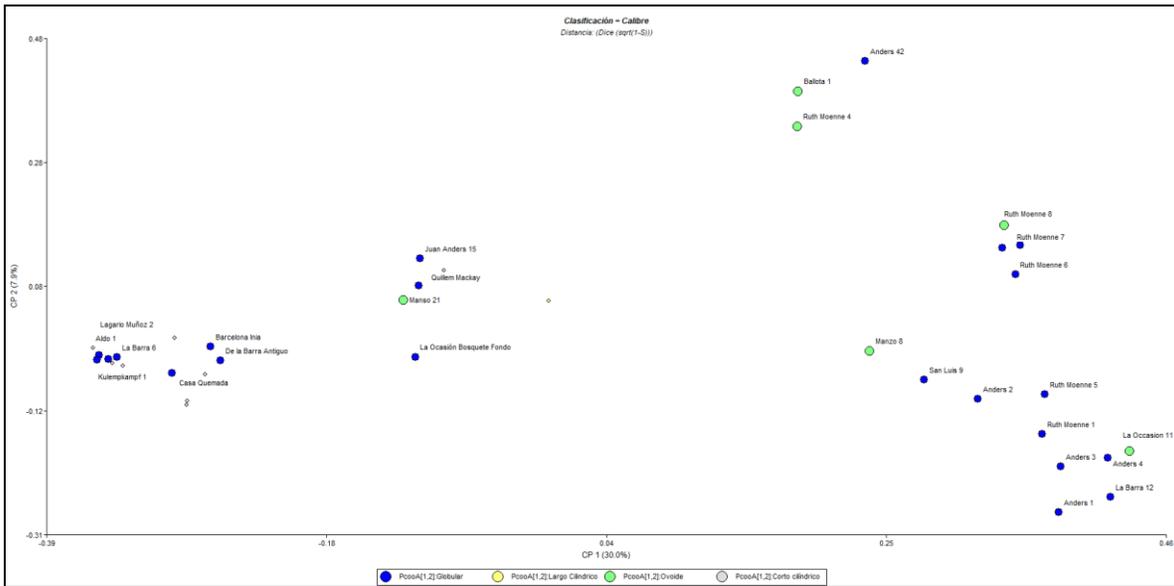


Gráfico 3: Análisis de coordenadas principales de distancia genética entre fenotipo, calibre y forma de los frutos.

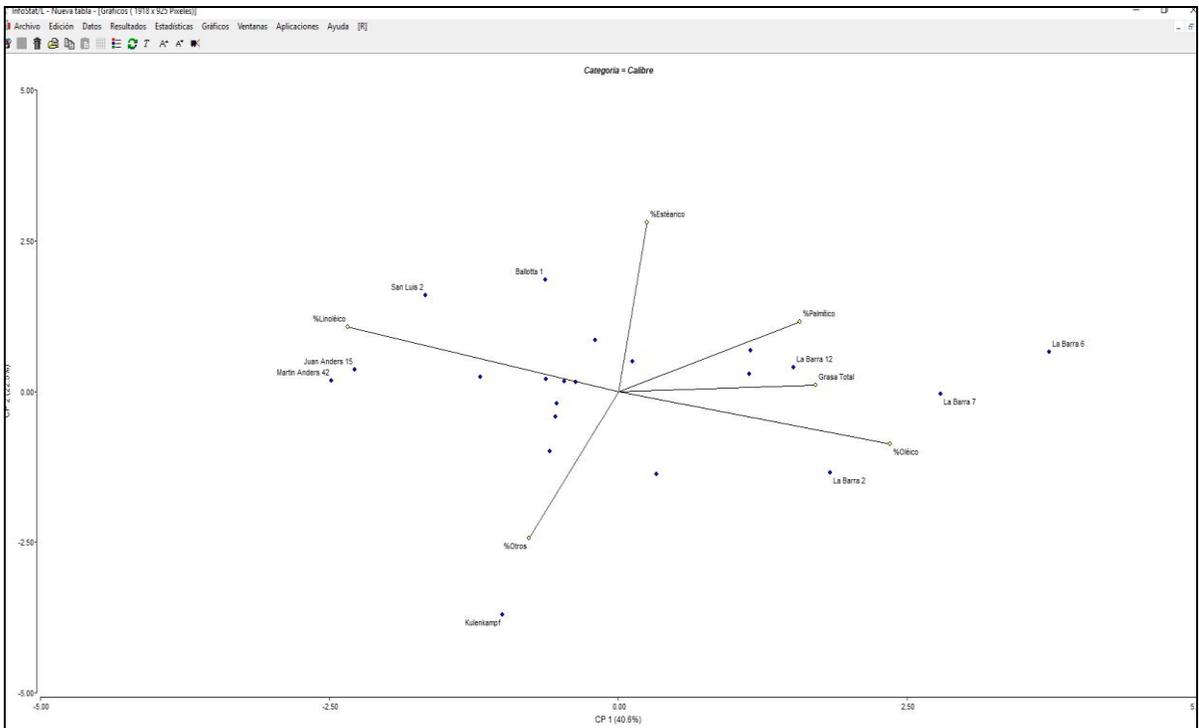


Gráfico 4: Análisis de componentes principales de ácidos grasos para 21 selecciones plus de calibre.

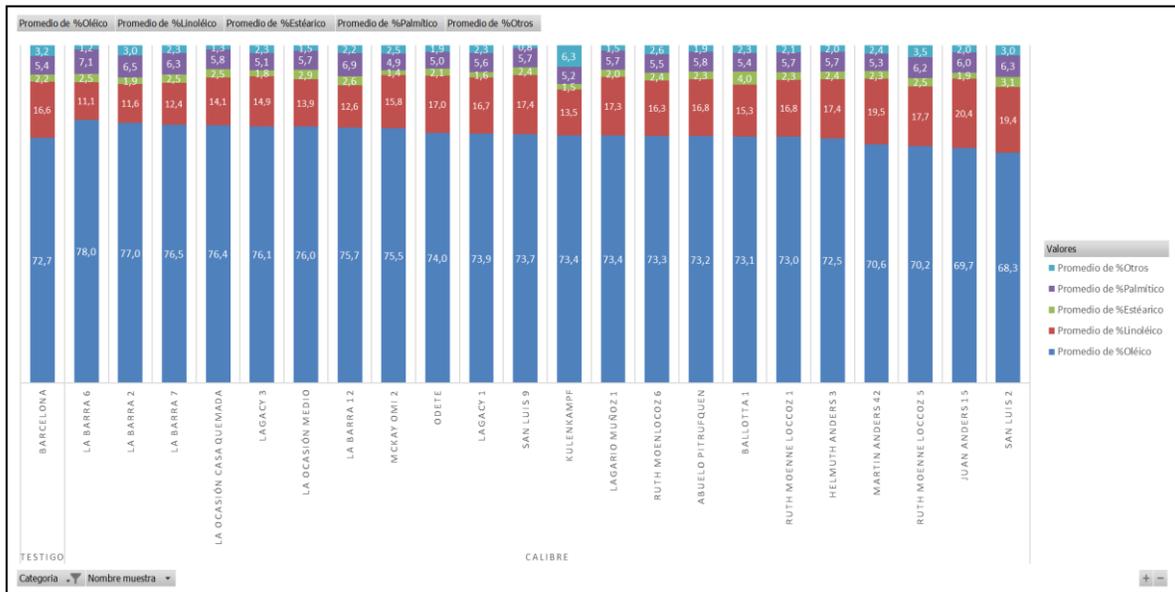


Gráfico 5: Perfil de ácidos grasos para 21 selecciones plus para calibre. Categorías de Ácidos Oleico Respecto a Barcelona: <72%: Bajo; 72-75% Medio y >75% Alto.

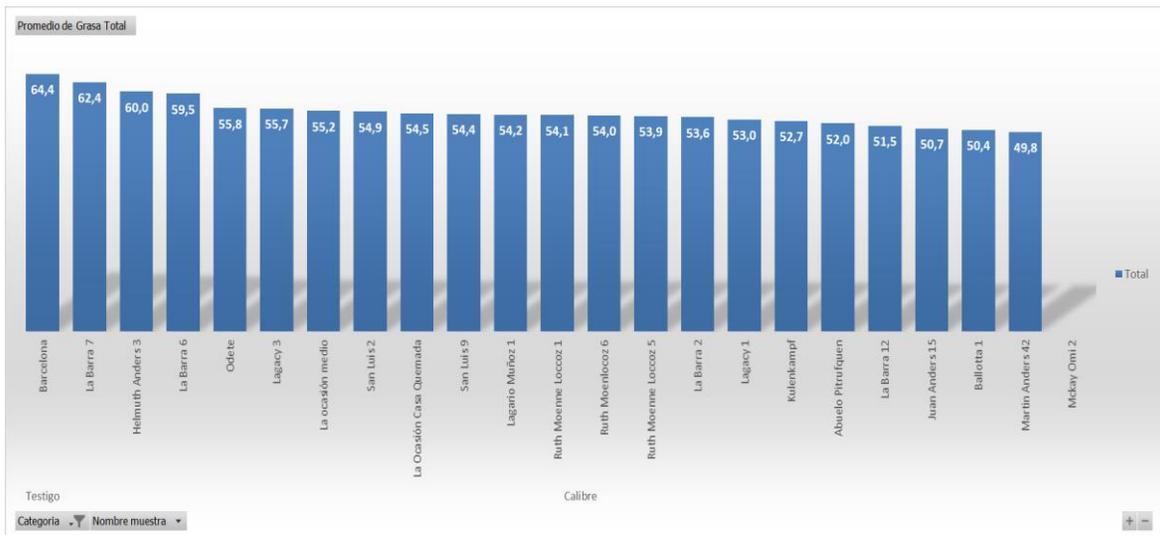


Gráfico 6: Contenido de grasa total de 21 selecciones clonales plus calibre para calibre.

Cuadro 5: Listado selección de 12 individuos plus calibre de Avellano Europeo

Calibre de frutos	Categoría Distancia Genética	Ranking Ácido Oleico. Respecto A Barcelona	Selección Plus Calibre
Muy Alto	Muy Lejana	Alta	Mc Kay Omi 2
Muy Alto	Muy Lejana	Baja	Juan Anders 15
Muy Alto	Lejana	Alta	La Barra 12
Alto	Muy Lejana	Media	Ballotta 1
Alto	Muy Lejana	Baja	Manzo 21
Alto	Lejana	Media	Ruth Moenne Loccoz 6
Alto	Cercana	Alta	La Barra 2
Alto	Cercana	Alta	La Barra 7
Alto	Cercana	Alta	La Ocasión Casa Quemada
Alto	Cercana	Alta	Lagacy 3
Alto	Cercana	Media	Abuelo Pitrufuquén

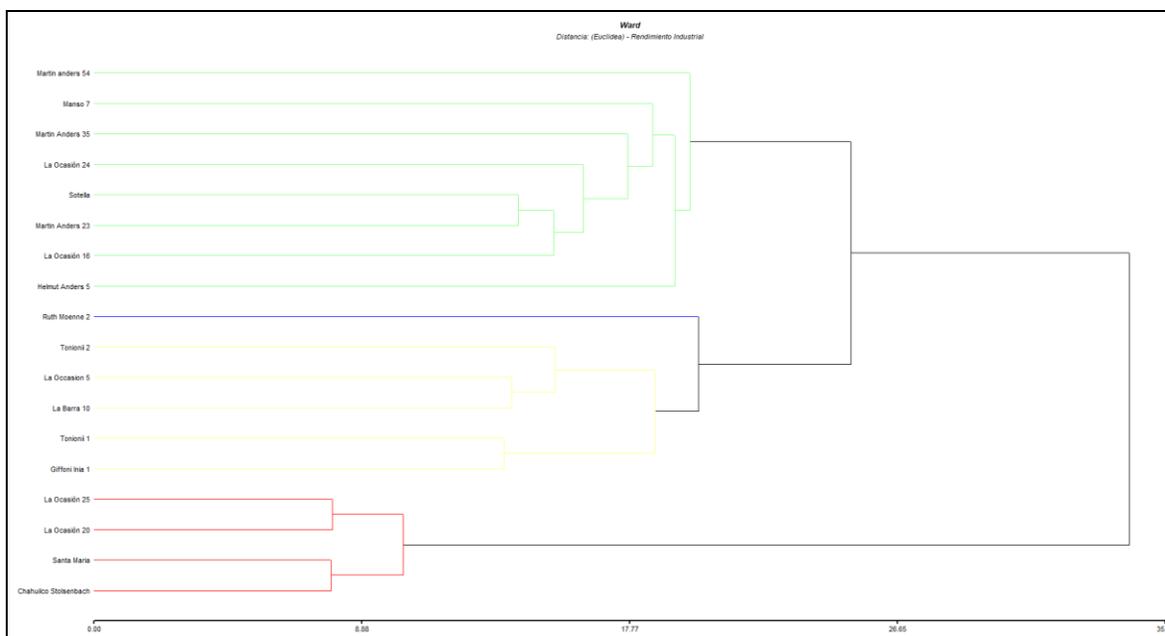


Gráfico 6: Dendrograma de análisis de conglomerados según rendimiento industrial para 18 selecciones clonales de Avellano Europeo.

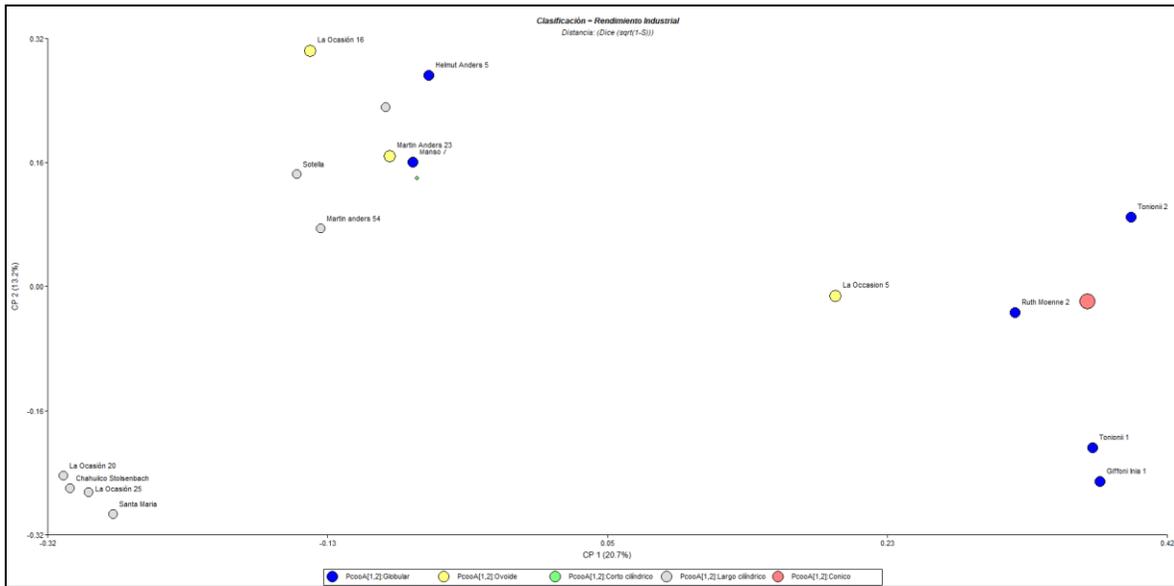


Gráfico 7: Análisis de coordenadas principales de distancia genética entre fenotipo, rendimiento industrial y forma de los frutos.

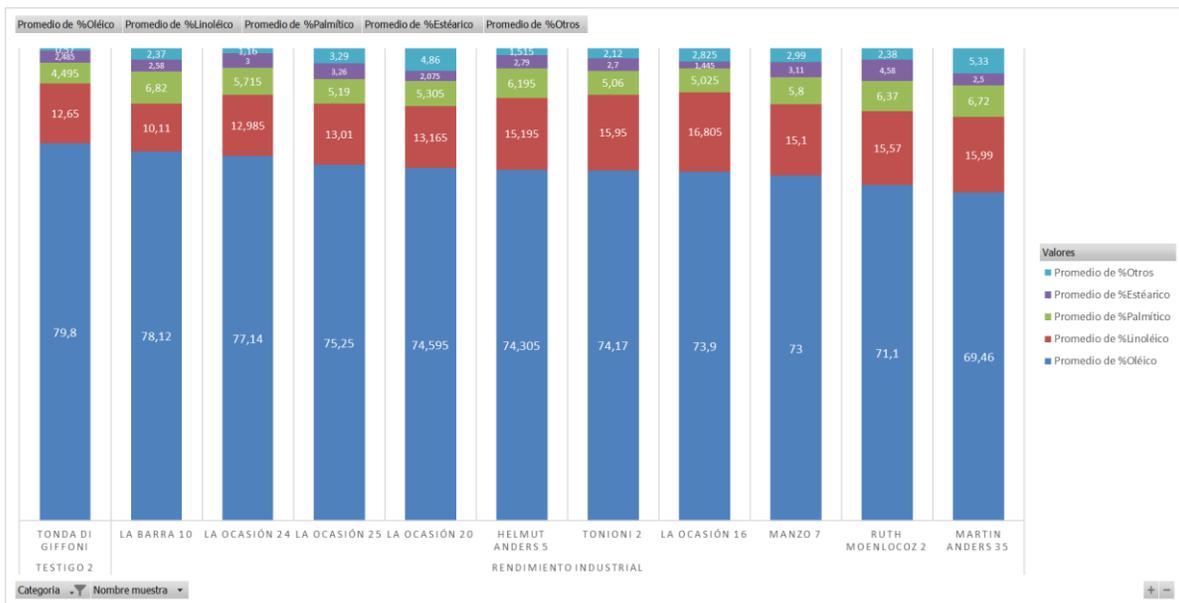


Gráfico 8: Perfil de ácido grasos para 9 individuos seleccionados por alto rendimiento industrial

Cuadro 6: Elección de 10 selecciones plus para rendimiento industrial según distancia genética y ácidos grasos.

<i>Nombre_del_arbol</i>	<i>Forma_Fruto_Clave</i>	<i>Categoría Rendimiento Industrial</i>	<i>Categoría Distancia Genética</i>	<i>Categoría Ácidos Grasos</i>
Helmut Anders 5	Globular	Muy Alto	Lejana	Neutro
Manzo 7	Globular	Medio	Muy Lejana	susceptible
Ruth Moenne Loccoz 2	Globular	Alto	Cercana	Neutro
La Ocasión 16	Ovoide	Muy Alto	Lejana	susceptible
Martin Anders 23	Ovoide	Medio	Lejana	Neutro
La Barra 10	Cónico	Alto	Cercana	Bueno
Stolzenbach 18	Largo cilíndrico	Muy Alto	Cercana	Neutro
Martin Anders 54	Largo cilíndrico	Muy Alto	Muy Lejana	Neutro
La Ocasión 24	Largo cilíndrico	Muy Alto	Muy Lejana	Neutro
Martin Anders 35	Corto cilíndrico	Alto	Muy Lejana	Neutro

ANEXO 2:

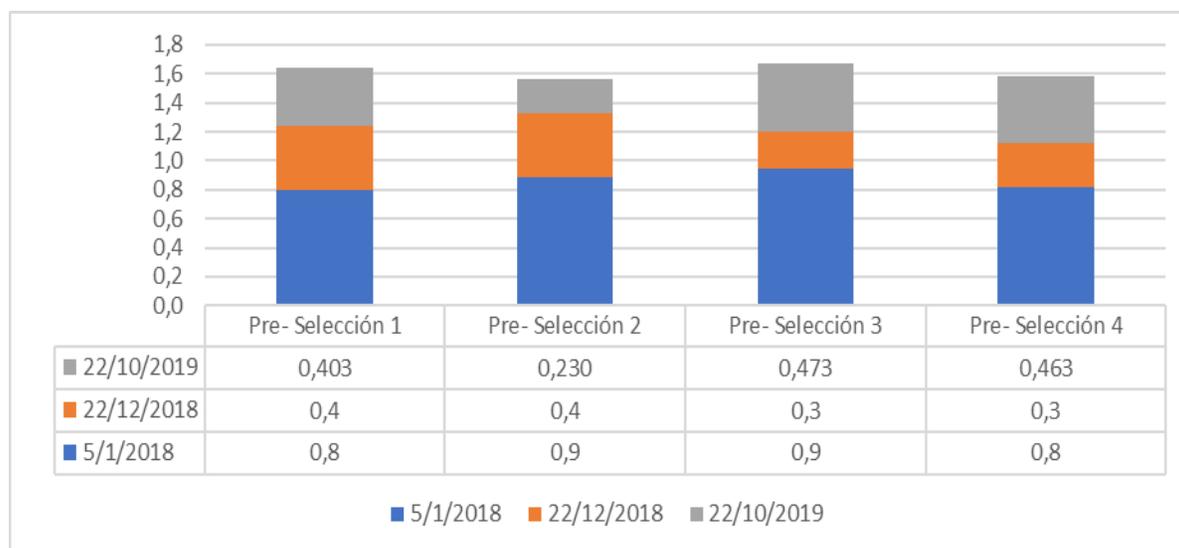


Gráfico 9: Crecimiento en altura evaluado en tres periodos, durante 21 meses desde el establecimiento de huerto. 4 preselecciones clonales INIA.

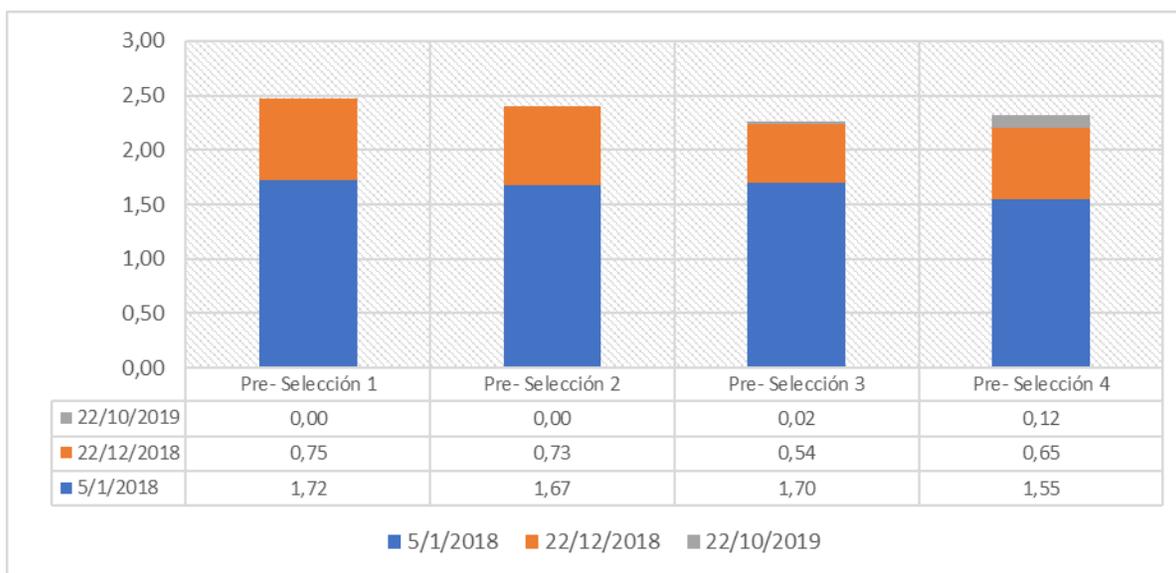


Gráfico 10: Crecimiento del diámetro de tronco en tres periodos durante 21 meses desde el establecimiento de huerto. 4 preselecciones clonales INIA.

Cuadro 7: Evaluación de comportamiento agronómico de cuatro preselecciones clonales INIA.

Pre-Selección	N° Injertos: septiembre 2016	Prendimiento Injerto (%) enero 2017	N° Plantas Vivas enero 2017	Establecimiento o INIA Carillanca (Agos 2017)	Mortalidad (N°) Oct 2019	Plantas Vivas (N°)	N° Plantas juveniles	Plantas Inicio Producción (%)	Rendimiento Promedio (gr/planta)	Rendimiento Estimado (Kg/Ha)
PSI	121	39%	47	16	1	15	4	73%	261	96
PSII	118	49%	58	16	1	15	3	80%	292	117
PSIII	120	61%	73	16	1	15	3	80%	289	116
PSIV	112	57%	64	16	2	14	4	71%	302	108

Cuadro 8: Evaluación de calibre de frutos (cm³) para 4 Preselecciones clonales y su comparación con Barcelona

Material	Promedio de Calibre (cm ³)	%
Barcelona	4,35	100%
PSI	5,37	123%
PSII	5,10	117%
PSIII	5,13	118%
PSIV	5,21	120%

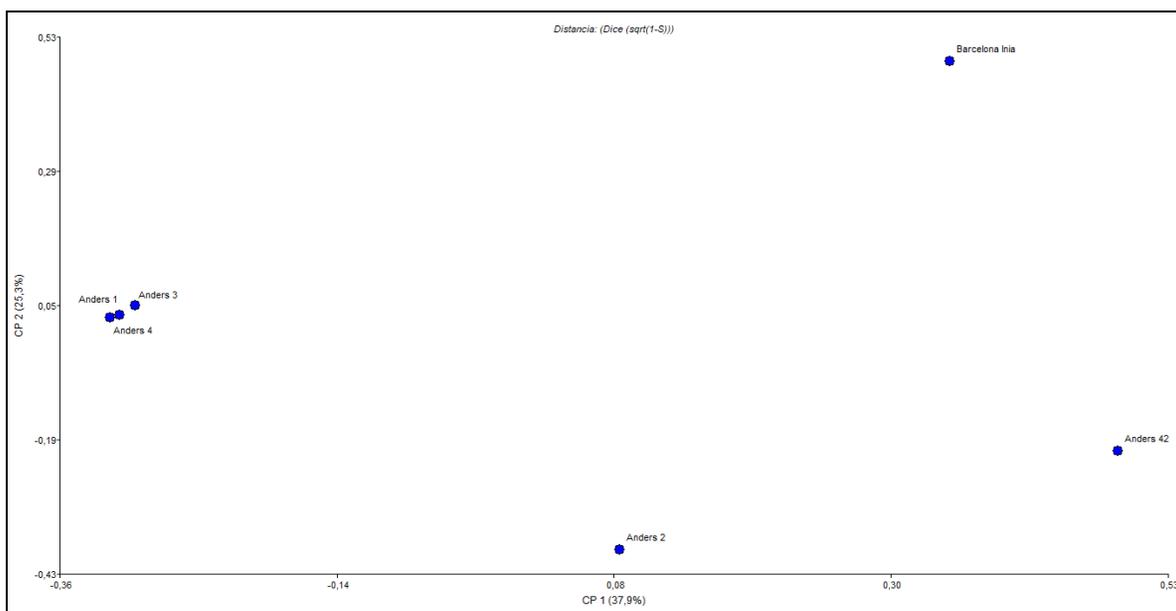


Gráfico 11: Gráfico de coordenadas principales para medir distancia genética entre individuos (Dice) de marcadores moleculares de preselecciones clonales INIA.

Cuadro 9: Concentración de proteínas y Polifenoles totales de selecciones plus calibre.

<i>Selección Plus Calibre</i>	<i>Proteínas (%)</i>	<i>Categoría Proteínas.</i>	<i>Polifenoles Totales (ug/uL) Ácido Gálico)*</i>	<i>Categoría Polifenoles Totales **</i>
Juan Anders 15	7,2	Baja	294,7	Alta
Mc Kay Omi 2	14,0	Media	149,9	Baja
La Barra 12	23,4	Alta	326,4	Alta
Ballotta 1	23,4	Alta	179,2	Media
La Barra 2	18,0	Media	360,7	Alta
Ruth Moenne Loccoz 6	18,9	Media	160,1	Media
La Ocasión Casa Quemada	11,0	Media	308,7	Alta
Helmut Anders 3	19,8	Media	177,7	Media
La Barra 6	23,1	Alta	314,7	Alta
Lagarío Muñoz	17,2	Media	173,2	Media
Ruth Moenne Loccoz 1	7,8	Baja	197,0	Media
Martin Anders 42	16,7	Media	157,3	Media
Manzo 8	21,2	Alta	307,9	Alta
San Luis 9	21,3	Alta	105,8	Baja
Ruth Moenne Loccoz 5	18,1	Media	168,0	Media
San Luis 2	4,6	Baja	193,1	Media
La Ocasión del Medio	3,6	Baja	102,7	Baja

Cuadro 10. Selecciones plus de Alto calibre elegidas como las mejores 5 candidatas por sus características de calidad de fruta.

<i>Selección Plus Calibre</i>	<i>Ranking Selección Plus Calibre</i>	<i>Forma Fruto</i>	<i>Categoría Calibre</i>	<i>Categoría Distancia Genética</i>	<i>Ranking Ácido Oleico. Respecto A Barcelona</i>	<i>Categoría Proteínas.</i>	<i>Categoría Polifenoles Totales</i>
La Barra 12	1	Globular	Muy Alto	Lejana	Alta	Alta	Alta
Mc Kay Omi 2	2	Globular	Muy Alto	Muy Lejana	Alta	Media	Baja
Martin Anders 42	3	Globular	Medio	Muy Lejana	Alta	Media	Media
La Barra 6	4	Globular	Medio	Cercana	Alta	Alta	Alta
Ruth Moenne Loccoz 6	5	Globular	Alto	Lejana	Media	Media	Media

Cuadro 11: Concentración de proteínas y Polifenoles totales de selecciones plus calibre.

<i>Selección</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Categoría Proteínas</i>	<i>Polifenoles (ug*ul) Ácido gálico</i>	<i>Categoría Polifenoles</i>
Helmut Anders 5	7,94	Baja	207,3	Alta
Manzo 7	22,2	Alta	138,15	Baja
Ruth Moenne Loccoz 2	12,13	Media	158,07	Media
La Ocasión 16	11,6	Media	386,9	Alta
Martin Anders 23	25,77	Alta	159,82	Media
La Barra 10	15,61	Media	358,4	Alta
Stolzenbach 18		Baja		Baja
Martin Anders 54	21,93	Alta	200,45	Alta
La Ocasión 24	14,52	Media	125,4	Baja
Martin Anders 35	17,34	Media	238,15	Alta
Santa María 2		Baja		Baja
La Ocasión 25	5,32	Baja	100,2	Baja
La Ocasión 20	16,33	Media	169,5	Media
La Orilla Pálida		Baja		Baja

Cuadro 12: Selecciones plus de Alto Rendimiento para la industria, elegidas como las mejores 6 candidatas por sus características de calidad de fruta.

<i>Selección Plus</i>	<i>Ranking Selecciones Rendimiento de Industria</i>	<i>Forma_Fruto_Clave</i>	<i>Categoría Rendimiento Industrial</i>	<i>Categoría Distancia Genética</i>	<i>Categoría Ácidos Grasos</i>	<i>Categoría Proteínas</i>	<i>Categoría Polifenoles</i>
Helmut Anders 5	1	Globular	Muy Alto	Lejana	Media	Baja	Alta
La Ocasión 16	2	Ovoide	Muy Alto	Lejana	Media	Media	Alta
Manzo 7	3	Globular	Medio	Muy Lejana	Media	Alta	Baja
Martin Anders 23	4	Ovoide	Medio	Lejana	Baja	Alta	Media
Ruth Moenne Loccoz 2	5	Globular	Alto	Cercana	Media	Media	Media
La Barra 10	6	Cónico	Alto	Cercana	Alta	Media	Alta

Anexo 3.

Cuadro 12. Duración y tasa de sobrevivencia de la etapa de establecimiento de cuatro selecciones clonales.

<i>Selecciones Clonales</i>	<i>PS I</i>	<i>PS II</i>	<i>PS III</i>	<i>PSIV</i>
Nº Días Establecimiento	264	335	365	184
Tasa de Sobrevivencia	3%	4%	4%	12%

Cuadro 13: Tasas de proliferación y tiempo de duración de la etapa en medio sólido para las Preselecciones I, II, III y IV.

<i>Selección Clonal</i>	<i>Proliferación Sólido</i>	
	<i>Duración (días)</i>	<i>Promedio de Indicadores</i>
PS I	120	1,20
PS II	240	1,50
PS III	150	1,10
PSIV	300	1,20
		1,25

Cuadro 14: Medio de cultivo sólido para fase de proliferación.

<i>Nombre de medio sólido</i>	<i>D2</i>
Medio original	DKW
Medio original (g)	5,32
GLUCOSA	30 gr
BAP (1 mg/mg)	5 ml
IBA 100 ppm	0,1 ml
PVP	1g
PH	5,8
AGAR	7,5 g

Cuadro 15: Tasas de proliferación de preselecciones clonales en medio líquido

	<i>PSI</i>	<i>PSII</i>	<i>PSIII</i>	<i>PSIV</i>
Medio líquido	D2-4	D2-5	D2-5	D2-5
Fecha ingreso	22/2/2019	2/5/2019	21/6/2019	10/5/2019
Fecha evaluación	26/7/2019	29/7/2019	30/7/2019	30/7/2019
Días	154	88	39	81
N° Explantes iniciales	27	31	22	24
N° Explantes finales	126,9	232,5	138,6	151,2
Tasa Proliferación	4,7	7,5	6,3	6,3
Tasa Proliferación (mensual)	2,35	3,75	3,15	3,15
Tiempo de Inmersión	Frecuencia: 720 min Duración 120 seg	<i>Frecuencia:</i> <i>360 min</i> <i>Duración 120</i> <i>seg</i>	Frecuencia: 720 min Duración 120 seg	Frecuencia: 720 min Duración 120 seg
Tiempo de Ventilación	Frecuencia: 800 min Duración: 60 seg	<i>Frecuencia:</i> <i>400 min</i> <i>Duración: 60</i> <i>seg</i>	Frecuencia: 800 min Duración: 60 seg	Frecuencia: 800 min Duración: 60 seg
Temperatura	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
Fotoperíodo	Luz: 16 - Osc: 8	Luz: 16 - Osc: 8	Luz: 16 - Osc: 8	Luz: 16 - Osc: 8

Cuadro 16: Medio de cultivo inmersión temporal para preselección I (PSI)

<i>Nombre de medio Líquido</i>	<i>D2-4</i>
Medio original	DKW
Medio original (g)	5,32
GLUCOSA	30 gr
BAP (1 mg/mg)	4 ml
IBA 100 ppm	30 ul
PVP	1g
PPM	2 ml
PH	5,7
GA3	100 ul
FeNa-EDDHA	0,2 g

Cuadro 17: Medio de cultivo inmersión temporal para preselección II, III y IV.

<i>Medio Proliferación Líquido</i>	<i>D2-5</i>
Medio original	DKW
Medio original (g)	5,32
FRUCTOSA	30 g
BAP (1 mg/mg)	5 ml
IBA 100 ppm	100 ul
PVP	1g
PPM	2 ml
PH	5,8
MES	0,5 gr
FeNa-EDDHA	0,03 g

Cuadro 18: Tasa de enraizamiento bajo inmersión temporal PSI

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Introducción del Material</i>	<i>N° Explante Iniciales (N°)</i>	<i>Medio de Proliferación</i>	<i>Fecha Enraizamiento</i>	<i>Periodo proliferación (días)</i>	<i>Medio enraizamiento</i>	<i>Tasa de Enraizamiento (%)</i>	<i>Periodo enraizamiento (días)</i>
I	14/2/2018	20	D2-3	4/4/2018	49	D2-4Ra	32,0%	62
I	13/6/2018	32	D2-3	31/8/2018	79	D2-4RA+bap	21,4%	52
Promedio					64		27%	57

Cuadro 19: Tasa de enraizamiento bajo inmersión temporal PSII

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Introducción del Material</i>	<i>N° Explantes Iniciales (N°)</i>	<i>Medio de Proliferación</i>	<i>Fecha Enraizamiento</i>	<i>Periodo proliferación (días)</i>	<i>Medio enraizamiento</i>	<i>Tasa de Enraizamiento (%)</i>	<i>Periodo enraizamiento (días)</i>
II	27/3/2018	20	D2-5	14/5/2018	48	d2-4ra + 1ml bap	30,3%	84
II	8/5/2018	15	D2-5	27/6/2018	50	Ms1/2N	26,3%	56
II	13/6/2018	23	D2-5	14/8/2018	62	D2-4RA+bap	25,2%	42
II	25/6/2018	17	D2-4	9/10/2018	106	D2-4RA+bap	39,7%	28
Promedio					66,5		30,4%	52,5

Cuadro 20: Tasa de enraizamiento bajo inmersión temporal PSIII

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Introducción del Material</i>	<i>N° Explante Iniciales (N°)</i>	<i>Medio de Proliferación</i>	<i>Fecha Enraizamiento</i>	<i>Periodo proliferación (días)</i>	<i>Medio enraizamiento</i>	<i>Tasa de Enraizamiento (%)</i>	<i>Periodo enraizamiento (días)</i>
III	27/2/2018	18	D2-4	14/5/2018	76	Ms1/2N	32,8%	39
III	1/3/2018	18	D2-4	30/4/2018	60	Ms1/2N	43,9%	57
III	15/6/2018	30	D2-4	1/10/2018	108	D2-4RA+bap	31,6%	35
III	22/8/2018	25	D2-3	29/10/2018	68	D2-4RA+bap	31,5%	46
Promedio					78		35%	44,25

Cuadro 21: Tasa de enraizamiento bajo inmersión temporal PSIV

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Introducción del Material</i>	<i>N° Explante Iniciales (N°)</i>	<i>Medio de Proliferación</i>	<i>Fecha Enraizamiento</i>	<i>Periodo proliferación (días)</i>	<i>Medio enraizamiento</i>	<i>Tasa de Enraizamiento (%)</i>	<i>Periodo enraizamiento (días)</i>
IV	6/12/2017	15	D2-5	5/2/2018	61	Ms1/2N	55,3%	74
IV	4/1/2018	20	D2-4	7/3/2018	62	D2-4ra	26,3%	62
IV	21/3/2018	13	D2-5	30/4/2018	40	D2-4ra	17,0%	105
IV	18/6/2018	20	D2-3	14/8/2018	57	D2-4RA+bap	28,3%	44
IV	27/6/2018	21	D2-3	14/8/2018	48	Ms1/2N	30,3%	43
Promedio					53,6		31%	65,6

Cuadro 22: Periodo y tasa de sobrevivencia en la etapa de aclimatación para preselección clonal I

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Inicio Aclimatación</i>	<i>N° Plantas Ingresadas a aclimatación</i>	<i>Vivas</i>	<i>Muertas</i>	<i>Sobrevivencia (%)</i>	<i>Fecha de Evaluación Aclimatación</i>	<i>Periodo de Aclimatación (días)</i>
PS I	5/6/2018	40	0	40	0%	20/12/2018	198
PS I	22/10/2018	21	4	17	19%	20/12/2018	59
PS I	19/6/2019	120	104	16	87%	26/7/2019	37

Cuadro 23: Periodo y tasa de sobrevivencia en la etapa de aclimatación para preselección clonal II

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Inicio Aclimatación</i>	<i>N° Plantas Ingresadas a aclimatación</i>	<i>Vivas</i>	<i>Muertas</i>	<i>Sobrevivencia (%)</i>	<i>Fecha de Evaluación Aclimatación</i>	<i>Periodo de Aclimatación (días)</i>
PS II	6/8/2018	43	0	43	0%	20/12/2018	136
PS II	22/8/2018	30	0	30	0%	20/12/2018	120
PS II	25/9/2018	32	2	30	6%	20/12/2018	86
PS II	6/11/2018	60	20	40	33%	20/12/2018	44
PS II	20/6/2019	112	83	29	74%	29/7/2019	39

Cuadro 24: Periodo y tasa de sobrevivencia en la etapa de aclimatación para preselección clonal III

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Inicio Aclimatación</i>	<i>N° Plantas Ingresadas a aclimatación</i>	<i>Vivas</i>	<i>Muertas</i>	<i>Sobrevivencia (%)</i>	<i>Fecha de Evaluación Aclimatación</i>	<i>Periodo de Aclimatación (días)</i>
PS III	22/6/2018	40	15	25	38%	20/12/2018	181
PS III	26/6/2018	65	24	41	37%	20/12/2018	177
PS III	5/11/2018	42	15	27	36%	20/12/2018	45
PS III	14/12/2018	45	45	0	100%	20/12/2018	6
PS III	21/6/2019	128	102	26	80%	30/7/2019	39

Cuadro 24: Periodo y tasa de sobrevivencia en la etapa de aclimatación para preselección clonal IV

<i>Pre-Selección Clonal</i>	<i>Fecha Inicio Aclimatación</i>	<i>N° Plantas Ingresadas a aclimatación</i>	<i>Vivas</i>	<i>Muertas</i>	<i>Sobrevivencia (%)</i>	<i>Fecha de Evaluación Aclimatación</i>	<i>Periodo de Aclimatación (días)</i>
PS IV	8/5/2018	40	6	34	15%	20/12/2018	226
PS IV	27/9/2018	32	0	32	0%	20/12/2018	84
PS IV	26/9/2018	36	0	36	0%	20/12/2018	85
PS IV	21/6/2019	120	59	61	49%	30/7/2019	39



Foto 1: Nuevo método de aclimatación prese selección I



Foto 2: Nuevo método de aclimatación prese selección II



Foto 3: Nuevo método de aclimatación prese selección III



Foto 4: Nuevo método de aclimatación prese selección IV

Cuadro 26: Duración (días) de las etapas de proliferación hasta fin de la aclimatación

<i>Etiquetas de fila</i>	<i>Establecimiento</i>	<i>Proliferación Sólido</i>	<i>Proliferación Líquido (SIT)</i>	<i>Enraizamiento SIT</i>	<i>Aclimatación</i>	<i>Total general</i>
Selección Clonal						
PS I	264	120	60	15	15	474
PS II	335	240	60	15	15	665
PS III	365	150	60	15	15	605
PSIV	184	300	60	15	15	574

Cuadro 27: Indicadores de eficiencia de los procesos de producción de plantas de Preselecciones clonales in vitro.

<i>Promedio de Indicadores</i>						
<i>Etiquetas de fila</i>	<i>Establecimiento</i>	<i>Proliferación Sólido</i>	<i>Proliferación Líquido (SIT)</i>	<i>Enraizamiento SIT</i>	<i>Aclimatación</i>	<i>Eficiencia Neta</i>
Selección Clonal						
PS I	3%	1,20	4,70	87%	87%	7,09
PS II	4%	1,50	7,50	74%	74%	4,11
PS III	4%	1,10	6,30	80%	80%	4,03
PSIV	12%	1,20	6,30	49%	49%	1,51

Cuadro 28: Simulación de ciclo de proliferación de explantes PSI, PSII, PSIII y PSIV.

<i>Selección Clonal</i>	<i>Material de Base</i>	<i>Eficiencia Neta</i>	<i>Mes 1</i>	<i>Mes 5</i>	<i>Mes 9</i>	<i>Mes 14</i>
PS I	100	7,1	709	5.027	35.645	252.735
PS II	100	4,1	411	1.687	6.927	28.451
PS III	100	4,0	403	1.626	6.555	26.429
PSIV	100	1,5	151	229	346	524

Anexo 4

Anexo 4.

PROTOCOLO PROPAGACION IN VITRO DE SELECCIONES CLONALES

INTRODUCCION

La micropropagación es una técnica in vitro para la cual se emplean porciones apicales de brotes o meristemas de ápices de yemas, estos últimos cuando el objetivo es la obtención de plántulas libres de virus. En relación a las técnicas de propagación tradicionales (injertos, estacas, acodo), la principal ventaja es la obtención de plantas a partir de un número reducido de plantas madres, en breve tiempo y en un espacio reducido con la posibilidad de producir un elevado número de individuos. Adicionalmente, mediante la micropropagación es posible obtener material libre de patógenos como hongos y virus (De Paoli et al; 1994; Ellena, 1998, Ellena et al; 2018).

Dicha técnica permite la producción de plantas auto-radicadas de especies y variedades difícilmente multiplicadas con los métodos tradicionales. Otra importante ventaja es la posibilidad de propagar material vegetativo independiente de las estaciones del año. Este tipo de multiplicación se realiza bajo condiciones ambientales totalmente controladas, que permite programar los ciclos de producción en función de la demanda del mercado. Además, con esta técnica se puede manejar gran cantidad de material en espacios reducidos y mantenerlo a bajas temperaturas, incluso por períodos prolongados hasta su utilización. El Empleo de esta herramienta presenta costos iniciales altos, debido a la necesidad de contar con infraestructura y equipos de elevado valor. Adicionalmente, se requiere de personal especializado con fuerte incidencia en el costo final de la planta (De Paoli et al; 1994, Ellena et al; 2018). Para la micropropagación de las pre selecciones PS1, PS2, PS3 y PS4, se emplearon

ETAPAS:

- 1. Selección del material vegetal:** para las selecciones clonales de avellano europeo se ha determinado que el mejor material para establecer in vitro son brotes o inter nudos con yemas axilares individuales que han sido recolectadas al inicio de la estación vegetativa (septiembre-octubre), particularmente de material injertado o auto-radicado en macetas con sustratos estériles en base a turba, perlita y vermiculita en una relación (1:1:1) y mantenido bajo condiciones controladas en invernadero climatizado o cámaras de crecimiento con programas fitosanitarios permanentes con aplicación de fungicidas y bactericidas semanalmente, particularmente cobre pentahidratado. La fertilización ha correspondido a fertilizantes de lenta liberación (Basacote 6M) aplicados directamente al sustrato en dosis de 45 gramos por planta y tratamientos con bioestimulantes radiculares (Kelpak, en dosis de 300cc/hl), cada 15 días. El riego se ha efectuado cada 2 a 3 días al sustrato teniendo precaución de no bañar las plantas. El objetivo es disminuir la carga de patógenos presente en estos materiales, especialmente bacterias alojados exógena y endógenamente (Foto1). Planta madre de avellano europeo bajo condiciones controladas en cámara de crecimiento para extracción de explantes.

- 2. Preparación y desinfección de base de material vegetal:** el método para desinfectar el material vegetal (brotes), recolectado en invernadero o cámara de crecimiento climatizada es el siguiente: (a). Eliminación de hojas de los brotes, (b). Lavado de brotes con agua corriente y detergente comercial (Quick) por un período de una hora y posterior cepillado del material con isopo con el objetivo de eliminar trazas de tierra adherida a los brotes. (c). Corte de entrenudos a nivel del brote dejando una yema vegetativa por trozo. Posteriormente los trozos se colocan en un vaso precipitado de 500ml. Luego, estos materiales se lavan nuevamente en agua corriente más detergente comercial (Quix), procediendo a su enjuagado. (d). Los materiales se sumergen en una solución fungicida y bactericida (Thimerosal) en una dosis de 0,5 g/L más Azoxistrolin (Quadris) en dosis de 1 mg/L por un período de 10 minutos bajo agitación manual de la solución. (e). Posteriormente bajo campana de flujo laminar se procede a enjuagar las estaquillas en agua destilada estéril a objeto de eliminar parte de la solución esterilizante. (f). en seguida las estaquillas son sumergidas en una solución estéril de sulfato de cobre pentahidratado (1g/L) por 10 minutos y posterior enjuagado (1 vez) con agua destilada estéril para eliminar exceso de la solución esterilizante. (h). Posteriormente, las estaquillas se colocan en una solución estéril de etanol (35%) dejando el material en agitación por un período de 5 segundos y enjuague con agua destilada estéril por una oportunidad. A continuación, las estaquillas se dejan en una solución de cloro comercial (10%) por 10 minutos en agitación, procediendo luego a enjuagado con agua destilada estéril bajo campana de flujo laminar. (j). Por último previo al establecimiento del material en un medio de cultivo, las estaquillas se sumergen en una solución filtrada de PPM (Preservative for plant tissue colture media) (1mg/L) bajo campana de flujo laminar para evitar contaminación por un tiempo de 5 minutos.
- 3. Establecimiento:** luego del proceso de desinfección precedentemente indicado, se procede a establecer los explantes (5mm de longitud) en un medio de cultivo sólido denominado de establecimiento. Este medio, está constituido de un agente solidificante (Agar al 7 %) enriquecido con macro y minerales, vitaminas, carbohidratos y reguladores del crecimiento. Para las selecciones clonales PS1, PS2, PS3 y PS4 se ha empleado el medio de cultivo inicial de Driver y Kuniyuki (1984) (DKW), modificado y adicionado con BA (1mg/L) e IBA (0,01mg/L), sacarosa (30g/L), pH ajustado a 5.5 con KOH o HCL 0,1-1N. La concentración de minerales, vitaminas y hormonas se presenta en el cuadro. Los explantes se mantienen en cámara de crecimiento con temperatura de 24°C; con iluminación de 4.000 lux, con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad.

4. **Cuadro.** Medio inicial de establecimiento de Driver y Kuniyuki (1984) (DKW), modificado.
5. **Proliferación en medio sólido:** durante la primera fase de proliferación los materiales que han superado la fase inicial de establecimiento se establecen en un medio de proliferación o de multiplicación sólido el cual contiene una alta dosis (1mg/L) de citoquinina (benzilaminopurina, BA) esencial en la fase de proliferación de los brotes. Tal compuesto ha mostrado tener capacidad de estimular la división y la diferenciación celular, desarrollo de yemas axilares con reducción de la dominancia apical de los brotes. En el caso de los explantes de las selecciones clonales las tasas iniciales de proliferación fueron bajas, característica de esta especie. Las preselecciones II y IV han presentado tasas de proliferación de 1,5 y 1,2 respectivamente. Las preselecciones I y III, presentan tasas de proliferación de 1,2 brotes/explante, por mes. para ambas selecciones. Para dichas selecciones, el mejor comportamiento se presentó con el medio denominado D2 (Cuadro).
6. **Proliferación en medio líquido:** los explantes cultivados en medios líquidos mediante la técnica de la inmersión temporal (SIT), han mostrado una mayor tasa de proliferación en comparación con medios sólidos. (1). **Principios de funcionamiento del sistema de inmersión temporal (SIT).** El sistema funciona con dos contenedores de polipropileno independientes montados uno sobre otro. Estos contenedores se encuentran conectados entre si por mangueras de silicona, para el intercambio de medio líquido y la renovación del aire. El contenedor ubicado en la parte inferior, contiene el medio líquido de cultivo, mientras que el contenedor ubicado en la parte superior contiene los explantes para para ser proliferados. Una vez conectados las mangueras, el sistema funciona mediante pulsadores de aire de alta calidad seco y filtrado, haciendo circular el medio de cultivo líquido desde el contenedor ubicado en la parte inferior hacia el contenedor ubicado en la parte superior por un tiempo ajustable mediante el software del equipo. El medio líquido posteriormente vuelve al contenedor inferior por efecto de gravedad y diferencia de presión. De la misma manera se deben programar inyecciones de aire para renovar la micro atmósfera del contenedor superior donde se encuentran los explantes evitando la formación de gases nocivos para el material vegetal. El medio de cultivo debe autoclavarse dentro del contenedor que se ubicará en la parte inferior (121°C por 15 minutos). (2). **Ingreso de material a bioreactores:** una vez obtenido el material estéril (contenedores, mangueras, filtros), se trabaja bajo campana de flujo laminar, ingresando al contenedor superior material vegetal proveniente de cultivo in vitro (medio sólido) que presente total sanidad, una buena reactividad, cortándole las hojas e ingresando tallos largos (5cm) con el menor número de cortes posibles para evitar las heridas generadas en los cortes. (3): **Determinación del peso inicial y número de explantes en proliferación:** El material obtenido se deposita en un frasco estéril de 200cc con agua destilada estéril, enumerando la cantidad de explantes ingresados y a la vez determinar el peso del material ingresado. Esto se logra pesando el frasco con agua destilada estéril antes y después del ingreso del material vegetal con una balanza analítica, obteniendo el peso por diferencia. **Montaje de bioreactores en Unidad Central de SIT:** los explantes se establecen dentro del contenedor superior, montado bajo campana los 2 contenedores con respectivas mangueras de silicona junto a los filtros de aire, para posteriormente ser ubicados en el

rack de la unidad central del biorreactor, donde permanecerán por un periodo determinado hasta que los brotes alcancen un crecimiento significativo (30-40mm) que permita realizar las siguientes mediciones y labores: tasa de proliferación, traspaso a medios sólidos en frascos para enraizamiento, cambio de medio líquido para enraizamiento, proliferación tanto in vitro como en el mismo sistema de inmersión temporal, y/o finalmente pasar directamente a la fase de aclimatación.

Tiempos y Frecuencias de Inmersión Temporal: la programación de frecuencias y tiempos de inmersión/ventilación, temperatura y fotoperiodo se realiza mediante el software del equipo. Lo anterior, se ha determinado luego de distintas pruebas realizadas con el equipo. Frecuencias de inmersión y ventilación que presentaron las mejores respuestas.

- 7. Enraizamiento ex vitro y aclimatación:** las micro-estaquillas de las pre selecciones PS1, PS2, PS3 y PS4 provenientes de un medio de proliferación líquido bajo inmersión temporal (SIT) como anteriormente indicado, se extraen cuidadosamente mediante pinzas de los contenedores, luego la base de estas se sumergen en una solución de auxina (IBA, en dosis de 1mg/L) por un periodo de 10 segundos. Posteriormente, las micro-estaquilladas tratadas con auxina se establecen en cajas plásticas que contienen un sustrato de turba y perlita (1:1). Una vez establecidas las estaquillas, estas son pulverizadas con agua destilada con el fin de hidratar los tejidos de las plántulas. Finalmente se procede a regar el sustrato para luego cubrir las cajas con tapas plásticas transparentes. Las plantas son fertilizadas con un fertilizante granular de liberación lenta (N,P,K) en dosis 10g/caja y tratadas con una solución de bioestimulante radicular (Biofert Plus) en dosis de 70cc/100 litros de agua. Las cajas se ubican en cámara de crecimiento bajo condiciones controladas (Temperatura, 24-25Cº, Humedad relativa 75-80% y un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad con 4000 lux. Durante la etapa de aclimatación las cajas permanecen cerradas por un periodo de 10 a 12 días, luego se abren en forma paulatina corriendo gradualmente las tapas plásticas hasta quedar completamente descubiertas al día 15 a 20 dependiendo del desarrollo de las plántulas.
- 8. Trasplante y desarrollo de plantas:** transcurridos 25 a 30 días se procede a trasplantar las plantas en bolsas plásticas de 3 litros conteniendo un sustrato de turba, perlita y vermiculita (1:1:1). Las plantas son se ubican en invernaderos bajo condiciones controladas para promover su desarrollo por al menos una temporada. Las plantas son sometidas a manejos fitosanitarios fitosanitarios semanales con aplicación de fungicidas (Benlate, 1g/L) y sulfato de cobre pentahidratado de 150 g/ Hl. Las plantas al momento del trasplante son fertilizadas con un fertilizante de lenta liberación (Basacote), en dosis de 2 g/planta) y sometidas a riegos diarios y aplicaciones semanales con bioestimulante radicular (Biofert Plus, en dosis de 150cc/100 litros de agua)

16. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ellena, M. 1998. Aspetti fisiologici e biochimici associate al processo rizogenetico del castagno da frutto e nocciolo. Dottorato di ricerca in colture Arbore (x Ciclo), Università degli studi di Bologna, Italia, 157 p.
- Nas, M, and Read, P.E. 2004. Improved rooting and acclimatization of micropropagated hazelnuts shoots. Hort. Science 39 (7): 1668-1690.
- Yu, X. 1993. Micropropagation and regeneration of hazelnut. Thesis of Doctor in Horticulture, Oregon, State University, Corvallis, USDA/ARS. 108 p.
- Bonvechi, J.S and Coll, P.V. 1993. Oil content stability and fatty acid component of hazelnut. Food chemistry, 48: 237-241.
- Ozdemir M, and Akinci, 2004. Physical and chemical properties of 12 hazelnut cultivars. Journal of Food Engineering 63 (3): 341-347.
- Savage, G.P, N.C. Neil, and Dutka p.c. 1997. Lipid component of hazelnut oil . Journal of the American oil Society, 74: 755-759.