



INFORME TECNICO FINAL

Nombre del proyecto	Tecnologías para potenciar el cultivo de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), como opción productiva para la AFC en la zona centro-sur de Chile.
Código del proyecto	PYT-2015-0113
Informe final	Informe Final
Período informado (considerar todo el período de ejecución)	desde el 01/07/2015 hasta el 19/11/2018
Fecha de entrega	12-12-2018

Nombre coordinador	Jorge Díaz S.
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 complementa y/o respalda 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	5
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO	5
3.	RESUMEN EJECUTIVO	6
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	8
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)	8
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE)	10
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO	20
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO	21
9.	POTENCIAL IMPACTO	22
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO	23
11.	DIFUSIÓN	25
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES	28
13.	CONSIDERACIONES GENERALES	30
14.	CONCLUSIONES	31
15.	RECOMENDACIONES	32
16.	ANEXOS	34
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	163

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Nombre(s) Asociado(s):	INDAP, SAG, ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE VILCUN, UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA, AGROFORESTAL LA ESPERANZA LTDA., COMUNIDAD DOMINGO CANIO N° 2, COMUNIDAD ANTONIO PAINE, COMUNIDAD ANTONIO PAINE DE CURILEO, COMUNIDAD DOMINGO CANIU.
Coordinador del Proyecto:	Jorge Díaz Sánchez
Regiones de ejecución:	La Araucanía
Fecha de inicio iniciativa:	01-julio-2015
Fecha término Iniciativa:	19-noviembre-2018

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

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

Acumulados a la Fecha		Monto (\$)
Aportes FIA del proyecto		
1. Total de aportes FIA entregados		
2. Total de aportes FIA gastados		
3. Saldo real disponible (N°1 – N°2) 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 (N°1 – N°2) 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.

Se caracterizaron por una segunda temporada los 25 genotipos seleccionados de quínoa de la colección conservada en el banco de germoplasma de INIA Carillanca. La caracterización se realizó mediante la metodología y descriptores de la Bioversity International en dos localidades (Carillanca y Tranapuate). Junto con lo anterior, de estos 25 genotipos, se evaluó el comportamiento agronómico (rendimiento, altura de planta y calibre de grano) de los 6 mejores genotipos correspondientes a BO54, BO49, BO55, BO04, BO37 y BO13, en tres localidades correspondientes a Carillanca y Tranapuate (La Araucanía y Santa Rosa (Ñuble).

Se realizaron los siguientes ensayos en Carillanca y Tranapuate: a) un ensayo de dosis de siembra y espaciamiento, b) tres ensayos de fertilidad (nitrógeno, potasio y parcialización nitrogenada), c) un ensayo de riego, d) tres ensayos de control de malezas (tolerancia de la quínoa a herbicidas preemergentes, tolerancia de la quínoa a herbicidas postemergentes, eficacia de control químico, mecánico, cultural e integrado), e) un ensayo de control de mildiu y se tomaron notas de severidad de infección en 6 genotipos destacados, y f) parcelas de observación para determinar plagas insectiles. En todos estos ensayos se realizaron los manejos necesarios y se realizaron las evaluaciones, que permitieron presentar los resultados de una tercera y última temporada.

En los trabajos de procesamiento industrial se caracterizaron físico-químicamente los 6 genotipos (BO54, BO49, BO55, BO04, BO-37 y BO-13) por el laboratorio de Bureau Veritas de Santiago. Se elaboraron prototipos de productos a partir de harina de quínoa (ej: queque), bebida saborizada, flan, jalea y mote. Se les realizó un completo análisis proximal y de evaluación sensorial y aceptabilidad, y de vida útil.

Se seleccionaron sitios en las comunidades y se realizaron siembras participativas, de aproximadamente 1.000 m² en cada una de las 4 comunidades socias en el sector de Curileo (Comuna de Vilcún), con la variedad Regalona y 4 genotipos locales elegidos por los productores. En 2 de los 4 sitios, los rendimientos estuvieron entre los 16 a 26 qq/ha.

En otras actividades de difusión se realizó una charla a productores y un Seminario Internacional y Feria de prototipos con una asistencia de 121 personas. Para la realización de esta última actividad se presentó una propuesta al instrumento de Eventos para la Innovación del FIA. Se editaron 8 informativos con los temas de manejo agronómico (Establecimiento, fertilización, control de malezas, control de mildiu, principales insectos plagas, manejo del riego, análisis financiero y caracterización agronómica de genotipos locales) en una edición de 300 ejemplares de cada uno.

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.

Los principales avances logrados son que el Programa de Recursos Genéticos de INIA Carillanca ha caracterizado 124 genotipos locales, de los cuales 25 se eligieron para una segunda y tercera temporada de evaluación. Se cuenta con un ranking de 6 genotipos con características agronómicas destacables. Los resultados de la caracterización indicaron que los mayores rendimientos se registraron en la localidad de INIA Tranapunte, con un rendimiento de 5.284 kg/ha y en la localidad de INIA Carillanca el rendimiento máximo fue de 4.208 kg/ha. En la última temporada éstos fueron evaluados en dos condiciones ambientales de la Región (Carillanca y Tranapunte) y otra en la Región de Ñuble. Además, se cuenta con una determinación de sus contenidos de saponina y una caracterización detallada del contenido de aminoácidos totales y su composición en Histidina, Arginina, Treonina, Tirosina, Fenilalanina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Lisina y Cisteína; vitaminas (B1, B2, E, C y A); energía, grasa total, hidratos de carbono, azúcares totales, fibra dietaria (soluble e insoluble), sodio, calcio, hierro, magnesio, potasio, selenio y humedad.

Se pudo establecer el manejo agronómico mediante los diferentes ensayos realizados en INIA Carillanca (Valle central) y Tranapunte (Secano costero) correspondientes a: Dosis de siembra de 10 kg/ha de semilla a una distancia entre las hileras de 40 cm, y en que la fecha de siembra más adecuada es inicios del mes de septiembre y la cosecha hacia el mes de febrero. Para los suelos de La Araucanía, el cultivo responde en rendimiento a la fertilización nitrogenada y potásica, y con las dosis óptimas económicas calculadas. En la gestión del agua, la quínoa responde al riego incrementando significativamente su rendimiento en comparación a una condición de secano. Los riegos en Tranapunte son requeridos entre los meses de diciembre, a febrero, y en Carillanca de noviembre a enero. Para el control de malezas se identificaron tratamientos herbicidas en pre y post-emergencia selectivos para el cultivo, y efectivos que se pueden complementar con labores de control mecánico. La presencia de mildiú, principal enfermedad asociada a este cultivo, no disminuye significativamente el rendimiento. Y se estableció un ranking de susceptibilidad en los 6 genotipos superiores. Entre las plagas potenciales se han observado a pulgones (transmisores de virus), minadores y defoliadores de hoja. Los resultados de estos estudios agronómicos, indican que el potencial productivo del cultivo de la quínoa en la Región de La Araucanía puede superar entre 3 a 6 veces los rendimientos nacionales, los que están en torno a los 10 qq/ha.

Junto a lo anterior, se realizó una evaluación financiera del paquete agronómico como herramienta predictiva de su rentabilidad. Los costos asociados a las diferentes tecnologías, se determinaron considerando el presupuesto parcial que cada una de ellas generaba, es decir la relación costo/beneficio de los ensayos con mejores resultados agronómicos. Los costos directos del paquete agronómico fueron evaluados en \$1.210.226, donde las tres partidas de costos más incidentes en el cultivo de la quínoa son los fitosanitarios, fertilizantes y la maquinaria, con un 25, 24 y 21% respectivamente. En los estudios de valor agregado, ejecutados por el Instituto de

Agroindustria, se desarrollaron prototipos industriales correspondientes a una bebida de quínoa saborizada (diferentes sabores), flan, jalea, mote de quínoa y harina. Cada uno de los cuales presentó una muy buena aceptación en los paneles de degustación. Adicionalmente, se caracterizaron analíticamente en su composición química (energía, grasa total, hidratos de carbono, azúcares totales, fibra dietaria (soluble e insoluble), sodio, calcio, hierro, magnesio, potasio, selenio, vitamina B1 y B2), como también la vida útil de mote, bebida, flan y harina, en los primeros 30 a 48 días. Para difundir los resultados se realizaron diversas actividades como reuniones de coordinación con los representantes de los agricultores, charlas técnicas en sala y en visitas a los ensayos de campo, talleres FIA, ODEPA e INIA (2), varias charlas al GTT de quínoa, días de campo (5), Seminarios (2) y feria (1), entrevistas de radio y TV, artículos en diarios y revistas divulgativas, participación en el Congreso Mundial de la Quínoa, participación del coordinador en una Gira tecnológica a Perú, apoyo a la creación de una cooperativa campesina de productores de quínoa y se establecieron siembras participativas en cada una de las 4 comunidades socias del proyecto durante dos temporadas. En todas estas actividades de difusión realizadas durante tres temporadas se contó con la participación de un total de 1.644 personas. Se prepararon, editaron e imprimieron 8 informativos con los distintos elementos que conforman el manejo agronómico de la quínoa, de cada uno de estos se entregaron a los 121 asistentes al Seminario Internacional y Feria de prototipos, lo que implica 968 informativos entregados y que están disponibles para ser descargados de la siguiente página: <http://biblioteca.inia.cl/link.cgi/informativos-inia/carillanca/>. Se está trabajando en dos publicaciones, un libro con los resultados agronómicos y un manual (recetario) para la elaboración de productos en base a quínoa.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar soluciones tecnológicas para impulsar la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), como alternativa productiva para la AFC en la zona centro-sur de Chile.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

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

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto ¹
-------	--------------------	--

¹ 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.

1	Identificar germoplasma de quinua con características agronómicas y/o funcionales sobresalientes en términos de rendimiento y calidad.	100
2	Definir tecnologías de manejo agronómico integrado que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile.	100
3	Desarrollar prototipos industriales en base a quinua que puedan ser escalados por actores AFC en el mediano plazo.	100
4	Transferir y difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y empresas del centro-sur de Chile.	100

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 10 genotipos seleccionados por sus características agronómicas y/o funcionales.	Genotipo seleccionado	Nº de genotipos seleccionados	0	5	30-06-2018	30-07-2018	100
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									
Se cuenta con la selección y caracterización agronómica de 6 accesiones superiores. Estas fueron evaluadas durante la tercera y última temporada con una metodología estándar. Los resultados de la caracterización bajo esta metodología indican que los mayores rendimientos se registraron en la localidad de INIA Tranapunte, con un rendimiento con 5.284 kg/ha en la accesión CQU 390, y en la localidad de INIA Carillanca, el máximo rendimiento fue en la accesión CQU 389 con 4208 kg/ha.									

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

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

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

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

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

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

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

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra): ANEXO 1.

N° OE	N° 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	
2	1	Determinación de dosis de siembra para 1 genotipo destacado	Dosis de siembra	Kilos de semilla/ha	1	2	30-05-2018	30-06-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Durante tres temporadas, en dos localidades, variaciones de dosis de siembra entre 5 y 30 kg/ha de semilla no ejercieron un efecto significativo en el rendimiento. Por el contrario, el espaciamiento entre surcos de 40 cm resultó en rendimientos levemente superiores que el espaciamiento de 20 cm. Los genotipos destacados, resultado anterior, se evaluaron con una dosis de 10 kg/ha y 40 cm entre las hileras.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra): ANEXO 2.

N° OE	N° 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	
2	2	Determinación de las dosis óptimas físicas y económicas para N y K y su parcialización en estados fenológicos del cultivo	Dosis de fertilización de N y K	Kilos de nutriente (N)/ha Kilos de nutriente (K ₂ O)/ha	1	2	30-05-2018	30-06-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Para el N la dosis óptima económica (DOE) fue de 236-277 Kg/ha en Carillanca y de 133 -226 kg/ha en Tranapunte para la variedad Regalona; y de 180-288 kg/ha en Carillanca y 180-240 kg/ha en Tranapunte para el genotipo. Esto en tres parcializaciones; siembra, 4-6 hojas y 8 hojas.

Para el K la DOE fue de 91-180 kg/ha en Carillanca y 53-180 kg/ha en Tranapunte para Regalona; y de 120-167 kg/ha en Carillanca y 120-180 kg/ha en Tranapunte para el genotipo. En dos parcializaciones; siembra y 4-6 hojas.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra): ANEXO 2.

Nº O E	Nº R E	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcanse meta real	% de cumplimient o
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situació n final)	Fecha alcanse meta programada		
2	3	2 tratamiento s herbicidas efectivos y selectivos para el control de malezas en quinoa	Tratamiento s herbicidas	(Población de malezas sin tratamient o - Población de malezas con tratamient o)/100 <= 0,3	0	1	30-05-2018	20-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Tratamientos herbicidas: 1) Metamitron (varios nombres comerciales) de preemergencia al cultivo y malezas en dosis de 1,75 a 3,5 kg i.a./ha; 2) Propizamida (Kerb) de postemergencia en dosis de 0,5 kg i.a./ha; 3) Triflurosulfuron (Safari) de postemergencia al cultivo y las malezas en dosis de 22,5 g i.a./ha.

Además, se definieron estrategias de control cultural (distancia entre las hileras), mecánico e integrado (cultural, herbicidas y mecánico).

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra): ANEXO 2.

Nº O E	Nº R E	Resultad o Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Líne a base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada		
2	4	1 ranking de niveles de resistencia a mildiú, de la colección de genotipos de quinoa	Ranking de resistencia	$\frac{\sum (N^{\circ} \text{ de individuos evaluados por genotipo}) * (\text{Categoría de infección})}{N^{\circ} \text{ de individuos evaluados por genotipo}} * 100$	0	1	30-05-2018	30-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

El mildiú, causado por *Peronospora variabilis*, fue la enfermedad más frecuente y, en la medida que avanza el ciclo del cultivo, el moho verde (*Cladosporium* sp.) se detectó como patógeno secundario y asociado a los síntomas iniciales causados por el mildiú. La aplicación de fungicidas disminuyó la incidencia de la enfermedad, pero en la mayoría de los casos la enfermedad no genera caídas en rendimiento.

La evaluación frente al mildiú de las 6 accesiones destacadas por su rendimiento superior, permitió establecer un ranking de susceptibilidad, identificando desde una menor a mayor susceptibilidad a: BO 49, BO 55, BO 13, BO 54, BO 37, BO 04. El testigo (Regalona-Baer) presentó niveles de susceptibilidad superiores a todas las accesiones evaluadas.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra): ANEXO 2

Nº O E	Nº R E	Resultad o Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Líne a base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada		
2	5	Identificación de plagas insectiles presentes en el cultivo	Identificación de plagas insectiles	Nº de plagas insectiles identificadas	0	1	30-05-2018	30-06-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Las principales plagas observadas e identificadas en cultivo de quínoa en la Región de La Araucanía (comunas de Vilcún y Carahue), corresponden a los chinches *Lyorhyssus hyalinus* (Hemiptera: Rhopalidae), el mirido *Orthotylus* (Melanotrichus) *flavosparsus* (Hemiptera: Miridae), la polilla del estuche (especie por identificar), *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) y áfidos. El potencial daño principal producido por chinches y polilla podría afectar directamente el rendimiento del grano de quínoa.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) ANEXO 2

Nº O E	Nº R E	Resultado o 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	
2	6	Determinación de demanda hídrica del cultivo	Demanda hídrica del cultivo	Nº de riegos por mes, temporada y zona agroecológica Litros o m3 de agua/ha	0	1	30-05-2018	30-06-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Los requerimientos de agua de riego de la quinoa fueron menores (35-45%) en la zona costera. Los mayores rendimientos con riego se obtuvieron en la zona costera respecto del valle central de La Araucanía.

El número de riegos para alcanzar un alto rendimiento potencial en la zona costera fue de 2, 2 y 1 en los meses de diciembre, enero y febrero, respectivamente. Mientras que en el valle central la cantidad de riegos fue de 1, 4 y 3 en noviembre, diciembre y enero, respectivamente.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra). ANEXO 2

Nº O E	Nº R E	Resultado o 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	
2	7	1 estrategia de manejo agronómico para el cultivo	Estrategia de manejo agronómico	Nº de estrategias desarrolladas y documentadas	0,5	1,5	30-06-2018	30-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Se definió una estrategia de manejo agronómico para el Valle central que fue validada con los diferentes ensayos de campo y con las siembras a nivel de pequeños productores, y que contempló los siguientes factores: El manejo agronómico definido a través de este proyecto se puede sintetizar en los siguientes factores: Preparación de suelo (Barbecho químico y labores con implementos mecánicos); Establecimiento (dosis de siembra, distancia entre hileras, fecha de siembra, profundidad de siembra, desinfección semilla y siembra mecanizada; fertilización (análisis de suelo, dosis de nitrógeno, fósforo y potasio; parcialización del N (3 oportunidades) y del K (2 oportunidades); Control de malezas (herbicida de preemergencia y otra aplicación entre las hileras del cultivo); control de enfermedades (fungicida foliar) y cosecha mecanizada (trilladora).

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra). ANEXO 2 y ANEXO 4

Nº O E	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	
2	8	Una Evaluación Financiera del Paquete Tecnológico para el cultivo de la quinua en el sur de Chile desarrollado	Porcentaje de logro de evaluación financiera del Paquete Tecnológico o para el cultivo de la quinua en el sur de Chile	$\left(\frac{\text{Nº evaluaciones financieras realizadas}}{\text{Nº total evaluaciones financieras propuestas}} \right) * 100$	0%	100%	30-06-2018	30-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Durante el período informado se analizaron los costos asociados a nueve ensayos realizados en INIA Carillanca Vilcun. A partir de ellos se pudieron determinar los costos asociados a las diferentes tecnologías, siempre considerando el presupuesto parcial que cada una de ellas generaba, es decir la relación costo/beneficio de los ensayos con mejores resultados agronómicos. Los costos directos del paquete agronómico fueron evaluados en donde las tres partidas de costos más incidentes en el cultivo de la quínoa son los fitosanitarios, fertilizantes y la maquinaria, con un 25, 24 y 21% respectivamente.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra). ANEXO 2

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	
3	1	Caracterización funcional, química y nutricional de la quinua como materia prima (grano)	Porcentaje de genotipos del banco de germoplasma caracterizados	$(\text{N}^\circ \text{ de genotipos banco germoplasma INIA caracterizados} / \text{N}^\circ \text{ total de genotipos banco de germoplasma INIA}) * 100$	0%	20%	30-06-2018	30-06-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Se cuenta con la caracterización de 6 genotipos de quínoa correspondientes a B0-55, B0-49, B0-54, B0-13, B0-37 y B0-4; en su contenido de aminoácidos totales y su composición en Histidina, Arginina, Treonina, Tirosina, Fenilalanina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Lisina y Cisteína. También en contenidos de vitamina (B1, B2, E, C y A); energía, grasa total, hidratos de carbono, azúcares totales, fibra dietaria (soluble e insoluble), sodio, calcio, hierro, magnesio, potasio, selenio y humedad. Finalmente se determinaron los contenidos de saponinas.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) ANEXO 4

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	
3	2	Desarrollo de cuatro prototipos de productos alimenticios en base a quinua	Prototipos de productos alimenticios en base a quinua desarrollados por el proyecto	Nº de prototipos de productos alimenticios en base a quinua desarrollados por el proyecto / Nº total de prototipos de productos alimenticios en base a quinua propuestos para desarrollar por el proyecto) *100	0%	100%	30-06-2018	30-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Se desarrollaron los siguientes prototipos de productos industriales: bebida, flan, jalea, mote y harina en base a quinua. Cada uno de los cuales presenta una muy buena aceptación en los paneles de degustación. Adicionalmente, se caracterizaron analíticamente en su composición química (energía, grasa total, hidratos de carbono, azúcares totales, fibra dietaria (soluble e insoluble), sodio, calcio, hierro, magnesio, potasio, selenio, vitamina B1 y B2), como también la vida útil de mote, bebida, flan y harina, en los primeros 30 a 48 días.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) ANEXO 4

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	

4	2	Difusión directa a productores, técnicos y asesores.	Asistentes a actividades de difusión	Nº de asistentes a actividades de difusión	0	1.000	30-06-2018	30-07-2018	100
---	---	--	--------------------------------------	--	---	-------	------------	------------	-----

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Se han realizado diversas actividades como reuniones de coordinación con los representantes de los agricultores, se han dado charlas técnicas en sala, en visitas a los ensayos de campo, talleres FIA (2), charlas al GTT de quínoa, días de campo (5), Seminarios (2) y feria (1), entrevistas de radio y TV, apoyo a la creación de una cooperativa campesina de productores de quínoa y se establecieron siembras participativas en cada una de las 4 comunidades socias del proyecto durante dos temporadas. En todas estas actividades de difusión realizadas durante tres temporadas se contó con la participación de un total de 1.644 personas.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra). ANEXO 4.

Nº OE	Nº RE	Resultado o 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	
4	3	Difusión indirecta a través de cartilla y boletín	Ejemplares distribuidos o descargados	Nº de ejemplares distribuidos o descargados	0	500	30-06-2018	30-07-2018	100

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Se prepararon, editaron e imprimieron 8 informativos con los distintos elementos que conforman el manejo agronómico de la quínoa, de cada uno de estos se entregaron a los 121 asistentes al Seminario Internacional y Feria de prototipos, lo que implica 968 informativos entregados y que están disponibles para ser descargados de la siguiente página:

<http://biblioteca.inia.cl/link.cgi/informativos-inia/carillanca/>

Finalmente, se están preparando dos publicaciones, un libro con los resultados de la evaluación de RRG, agronómicos, mercado y prototipos industriales; y de un manual para la elaboración de productos en base a quínoa.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra). ANEXO 4

6.2 Análisis de brecha.

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

No hay discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos, y en que en algunos temas fueron más allá de lo comprometido, por ejemplo:

- Ensayo para determinar la fecha de siembra del cultivo
- Ensayo para evaluar el efecto de la profundidad de siembra de la quínoa
- Ensayo de caracterización agronómica de 6 genotipos seleccionados
- Parcelas demostrativas en Traiguén y Curacautín
- Se realizaron 2 días de campo adicionales en la última temporada del proyecto
- Participación y apoyo en Seminario organizado por la Municipalidad de Vilcún
- Creación de un GTT de quínoa
- Apoyo a la creación de una Cooperativa de productores de quínoa

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
Disminución en el presupuesto del Proyecto (durante el tercer periodo).	Afectó negativamente en lo siguiente: 1. No se pudo contar con la presencia de dos expositores, uno de Ecuador (Manejo agronómico y desafíos productivos con pequeños y medianos productores) y otro de Perú (Procesamiento e industrialización del grano de quinoa) en el Seminario Internacional. 2. No se pudo contar con una mayor participación de expositores locales y de otras regiones en la Feria de Prototipos. 3. Sin financiamiento para la realización de acciones de difusión en diarios, radio y TV. 4. Un tiraje limitado de los 8 informativos técnicos (300 de c/u), sobre los diferentes temas que consideran el manejo agronómico del cultivo de la quinoa.	Con el auspicio de la Corporación de Desarrollo Araucanía, se pudo contar con el espacio (Auditorio) sin costo y con aportes pecuniarios para financiar parte de la alimentación. Se financió con recursos de otros presupuestos de INIA, los pasajes y estadía del expositor de la FAO (Santiago) y de un funcionario de INIA Rayentué (Región de O'Higgins).

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

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

1. Caracterización agronómica de materiales y análisis de datos
2. Selección de genotipos superiores
3. Establecimiento, mantención y cosecha de ensayos de densidad y dosis
4. Establecimiento, mantención y cosecha de ensayos de fertilización.
5. Establecimiento, mantención y cosecha de ensayos de riego.
- 6- Establecimiento, mantención y cosecha de ensayos de malezas.
7. Establecimiento y ejecución de ensayo de riego
8. Evaluación del efecto de N y K en el rendimiento y calidad de grano
9. Determinación de requerimientos hídricos
10. Evaluación de niveles de agua en calidad productiva
11. Evaluación de selectividad y eficacia de control con herbicidas pre y postemergencia
12. Análisis del presupuesto parcial
13. Ejecución de análisis físico-químico de los productos.
14. Coordinación y ejecución de seminario internacional
15. Coordinación y ejecución de ferias de prototipos
16. Edición de cartillas (8) y preparación de un boletín/libro
17. Edición de Manual/recetario de productos de quínoa
18. Establecimiento de vitrina tecnológica
19. Establecimiento y manejo de 4 siembras en comunidades.

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

No hay

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

Si bien se lograron importantes avances técnicos en lo productivo y de valor agregado para la quínoa del Sur de Chile con un proyecto de tres años, es imperativo seguir profundizando en estudios agronómicos de la Quínoa en La Araucanía. Por ejemplo, se requiere registrar productos fitosanitarios, que deben estar avalados con sus respectivos ensayos de evaluación de eficacia biológica.

Se requiere dar continuidad a un programa de difusión, extensión y capacitación en el cultivo de la quínoa. Acciones permanentes en las diferentes áreas de producción de

quínoa (ej: mediante días de campo, siembras comunitarias, difusión en manejo integrado del cultivo). Transferir conocimientos del cultivo a profesionales que responda a las necesidades de los diferentes territorios y productores (ej: mejorar rentabilidad), diseñando programas efectivos de asistencia técnica.

Junto con lo anterior se deben abordar el procesamiento del grano, a través de evaluar y validar maquinaria específica para el proceso de desaponificación y selección. Para esto se requiere de la organización de pequeños y medianos agricultores con metas a producir, procesar y comercializar.

Se debiera considerar un programa de **mejoramiento genético participativo** con las comunidades de la Región, con una planificación de al menos 5 a 10 años, aunque los programas de mejoramiento son de largo aliento (> a 10 años).

9. POTENCIAL IMPACTO

9.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

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

Para los productores contar con conocimientos, tecnologías, experiencias e innovaciones en el cultivo y procesamiento de la quínoa araucana constituye un valioso aporte para mejorar la productividad del cultivo. En Chile, la quínoa es un cultivo ancestral de pueblos originarios desde Tarapacá a Chiloé, y que se ha manejado con prácticas tradicionales, sin información validada, optimizada y documentada en forma local, con lo que alcanzan bajos niveles productivos. Sin embargo, puede constituirse en una alternativa rentable para la agricultura familiar si se corrigen y superan las brechas tecnológicas.

Por ejemplo, actualmente los rendimientos promedios son de 600-900 kilos/hectárea, y con el paquete agronómico desarrollado por el Proyecto es factible alcanzar niveles productivos de 2.750-5.300 kg/ha en promedio, con márgenes brutos de M\$500 a M\$5.000 dependiendo del rendimiento y precio de venta, a nivel de pequeños productores.

No menos relevante para los productores es el rescate de genotipos locales con su caracterización agronómica, nutricional y funcional de los 5 mejores genotipos seleccionados de un total de 124 genotipos locales caracterizados. Conjuntamente con los prototipos industriales obtenidos a partir de procesamiento del grano para transformarlo en harina, de la cual se han obtenido los siguientes productos: bebida pseudo láctea saborizada con diferentes tipos de berries, distintos tipos de masas para

repostería (queques), jaleas y flanes saborizados, y un mote de quínoa.

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.

Se visualizan cambios positivos en el entorno de posibles mercados o comercialización para los productores de quínoa. Una opción la constituyen las empresas prestadoras de servicios de alimentación a la JUNAEB. Por tal motivo se agendaron reuniones con la Dirección Regional de este servicio, a objeto de que la quínoa pueda ser considerado dentro de las dietas alimenticias. Es así como un importante avance en este sentido fue que, en septiembre de 2017, se realizó una prueba piloto de aceptabilidad de productos elaborados con quínoa en el Complejo Educacional La Granja de Cajón, Vilcún.

De forma paralela se ha estado trabajando con los productores para la comercialización (acciones con INDAP para apoyo mediante el Programa de Asociatividad Económica; PAE) e involucrar a los proveedores de JUNAEB con productores locales. Se debe considerar que existe una reglamentación que obliga a las concesionarias de JUNAEB a comprar un porcentaje a productores locales, lo que abre un importante mercado para la pequeña agricultura.)

Por otra parte, la Municipalidad de Vilcún dispuso de una sala e infraestructura, para el procesamiento del grano de quínoa. Además, realizó una importante inversión de aproximadamente para adquirir equipos (trilladora estacionaria, escarificadora y seleccionadora de grano). Infraestructura que está a disposición de los pequeños productores para procesar quínoa a un muy bajo costo, de tal manera que accedan a mejores precios de mercado. Está en trámite la obtención de la resolución sanitaria del local para el procesamiento del grano. Se observa un gran interés de productores de diversas zonas de La Araucanía y otras regiones (Los Lagos, Biobío) por producir quínoa y también de la industria que incorpora valor agregado (empresa de Osorno). Varios de estos intereses se han detectado en los días de campo y por solicitud de información que llega a INIA Carillanca. Resultado de este alto interés en el cultivo por parte de pequeños productores, es que INIA creó un GTT de quínoa, conformado por 10 productores de Vilcún y que son atendido por un profesional transferencista de INIA Carillanca. Adicionalmente, mencionar la gran participación de productores, técnicos, profesionales y emprendedores en las actividades masivas. A mediados de diciembre de 2017, se creó la Cooperativa Campesina Rayen Dawe Ltda, con el apoyo de la Municipalidad de Vilcún e INIA Carillanca. Los socios de esta Cooperativa son los que mayoritariamente conforman el GTT de Quínoa. En la Comuna de Vilcún, según datos de la Municipalidad, de los productores atendidos por los programas PDTI y PRODER, se estima una intención de siembra de aproximadamente 30 ha para la temporada 2018-2019.

Otros antecedentes, con una mirada nacional e internacional son los siguientes:

- En dos ocasiones (2016 y 2017) se realizaron actividades de la mesa de la quínoa

liderada por ODEPA y FIA en INIA Carillanca, con la participación de actores locales.

- Se está trabajando a nivel internacional en la revisión del anteproyecto del Codex Alimentario de la quínoa (varias instituciones nacionales).
- En marzo de 2019 se realizará en Iquique el VII Congreso Mundial de la quínoa.

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	4/08/2015	Temuco	Ceremonia de Lanzamiento	167	Presentación en power point y cartilla (500 ejemplares).
2	2/12/2015	Carillanca	Día de campo	46	Un pendón
3	9/12/2015	Temuco	Seminario	Sin registro	Cartilla y productos elaborados.
4	11/12/2015	Tranapunte	Día de campo de INIA Tranapunte	437	Un pendón
5	12/2015	http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/12/Tierra_Adentro-1-diciembre-Especial-Quinoa.pdf	Artículo Divulgativo	-	Revista Tierra Adentro. Ed. Especial. Pp:62-67. Nov-Dic. 2015.
6	4/02/2016	Carillanca	Día de campo	23	Se entregan cartillas del proyecto.
7	29/03/2016	Llincad	Cosecha quínoa	21	Actividad de campo
8	15/06/2016	Carillanca	Charla	20	Presentación ppt
9	15/06/2016	UFRO (Temuco)	Charla y muestra	18	Presentación
10	10/2016 a 03/2017	Vilcún (Sector Curileo y Carillanca)	Establecimiento, mantención y cosecha de 4 semilleros participativos	15	Acta, 4 siembras, y fotografías
11	2/12/2016	Mundo Agropecuario	Revista	-	Artículo de prensa
12	1/12/2016	El Periódico	Diario		Artículo de prensa
13	11/11/2016	Carillanca	Charla Técnica	20	Visita Ensayos en terreno y díptico del proyecto
14	23/11/2016	Tranapunte	Charla Técnica	17	Visita ensayos en terreno.
15	12/01/2017	Carillanca	Día de campo	182	Presentación del proyecto y estaciones con presentación de los ensayos en campo (5 charlas) y degustación de prototipos
16	19/01/2017	Tranapunte	Día de campo	66	Presentación del proyecto y en estaciones de

					ensayos de campo (5 charlas)
17	26/01/2017	Curileo (Comunidad Domingo Canio)	Día de campo	30	Presentación del proyecto y de siembra
18	30/01/2017	Carillanca	Taller de la Mesa de la quínoa	22	Levantamiento de brechas (FIA-ODEPA-INIA).
19	23/01/2017	Campo Sureño. N° 1631 pag: 10-12.	Publicación en diario www.camposureno.cl.	-	La quinua: el grano de oro reaparece con fuerza en La Araucanía.
20	21 al 24/03/2017	Puno, Peru	VI Congreso Mundial de la quínoa	3	Se presentaron 5 trabajos con avances del proyecto.
21	20/04/2017	Carillanca	Charla GTT de quínoa	12	Charla: Producción y cultivo de la quínoa.
22	28/06/2017	Carillanca	Reunión de resultados y programación de actividades con los agricultores y equipo técnico de la Municipalidad de Vilcún.	12	Presentación, y levantamiento de acuerdos.
23	10/2016 a 3/2017	Sector Curileo	4 siembras de quínoa	10	Resultados de las siembras.
24	20/11/2017	Carillanca	Charla técnica de terreno PDTI Traiguén (COMUNIDAD LUIS CANIULLAN)	12	Lista de participantes
25	16/11/2017	Carillanca	Charla técnica de terreno Curso del CFT T. Wickel de Angol.	18	
26	06/11/2017.	Organizado por la Municipalidad de Vilcún	Seminario "Cultivo y Comercialización de la Quinoa"	45	Lista de participantes y foto
27	31/10/2017.	Carillanca	Charla técnica de terreno: Prodesal Tucapel	32	Lista de participantes
28	10/10/2017	Carillanca	Charla técnica de terreno: Prodesal Pichidegua VI región	45	Lista de participantes
29	14/09/2017	Carillanca	PDTI Antu Mapu de la Empresa Coes	8	Lista de participantes

			Consultores		
30	22/12/2017	Carillanca	GTT de quínoa, Vilcún	10	Lista de participantes y foto
31	13/12/2017	Vilcún	Apoyo a la constitución de la Cooperativa Rayen Dawe Ltda.	10	Lista de participantes y Acta de constitución
32	10/01/2018	Tranapuate	Día de campo	45	Una charla en campo
33	23/01/2018	Carillanca	Día de campo de la quínoa	113	Siete charlas en campo (lista participantes)
34	31/01/2018	Tranapuate	Día de campo de la quínoa	54	Seis charlas en campo (lista participantes)
35	10/07/2018	Vilcún	Charla técnica: Control de malezas en quínoa	10	Presentación power point
36	26 y 27/07/2018	Temuco	Seminario Internacional de la quínoa y feria de prototipos	121	Programa Informativos técnicos (8) 13 presentaciones de charlistas (FAO, INIA, UFRO, Avelup) 4 agrupaciones de productores y el Instituto de Agroindustria (UFRO) con presentación de productos en base a quínoa (lista de participantes)
37	26 y 27/07/2018	Temuco	Informativos Técnicos	Asistentes al seminario	8 informativos de un tiraje de 300 unidades cada uno.
38	25/01/2018	Temuco	Entrevista Radial del programa Faro Agrícola	Sin poder determinar	No hay
39	13/09/2018	Santiago	Artículo de Prensa en Diario El Mercurio	Sin poder determinar	Entrevista publicada en El Mercurio
40	29/10/2018	Temuco	Artículo de Prensa en Diario Austral	Sin poder determinar	Revista Campo Sureño. N° 1.726, 29/10/2018. http://www.australtemuco.cl/impresa/2018/10/29/full/campo-sureno/6/
			Total de participantes	1.644	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

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

12.1 Antecedentes globales de participación de productores

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

Región	Tipo productor	N° de mujeres	N° de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el N° de productores por etnia)	Totales
La Araucanía	Productores pequeños	23	42	Mapuche (4 comunidades)	65
	Productores medianos-grandes	1	0		1
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
Totales		24	42		66

12.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
Sra. Herminia Cheuquel y Juan Catribil	La Araucanía			3,5	Julio 2015
Sra Isabel Huencho	La Araucanía			4	Julio 2015
Sr. Rafael Chihuilao	La Araucanía			4	Julio 2015
Sra. Rosa Nahuelqueo	La Araucanía			3	Julio 2015

Sra. Elena Trañolao	La Araucanía			4	Julio 2015
Sra. Ingrid von Baer	La Araucanía			30	Julio 2015

13. CONSIDERACIONES GENERALES

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

Si, se cumplieron todas las actividades y se alcanzaron todos los resultados comprometidos.

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

De forma normal y adecuada, y con alto nivel de compromiso.

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

Se consideran tres las innovaciones más destacadas:

1° El **desarrollo de un paquete agronómico** del cultivo en condiciones de secano con su análisis financiero. Con este manejo agronómico establecido y validado para la quínoa del Sur de Chile o quínoa Araucana, se lograron altos rendimientos que variaron en promedio entre los **2.500 a 4.000 kg/ha en el valle central y 3.200 a 5.300 kg/ha para el secano costero.**

2° Junto a lo anterior, destacar los altos potenciales productivos y de calidad nutricional que tienen los 6 genotipos seleccionados de quínoa.

3° Finalmente, mencionar los prototipos industriales desarrollados (mote, bebidas saborizadas, flan y jalea, harinas para repostería), los que pueden ser escalados comercialmente por pequeños productores.

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

Se han realizado una serie de actividades anexas o complementarias con el fin de apoyar a la comercialización a los productores, y que se están ejecutando de forma conjunta por INIA y la Municipalidad de Vilcún.

La participación en una Gira Tecnológica del FIA y asistencia con 5 trabajos al VI Congreso Mundial de la quínoa en Puno, Perú en marzo de 2017.

La creación de un GTT INIA de quínoa con productores de La Araucanía (15 integrantes).

Se apoyo a la constitución y trabajo de la primera cooperativa de productores de quínoa de la Comuna de Vilcún (10 socios).

Actividades de difusión realizadas por INIA y la Municipalidad de Vilcún, está dando un impulso a las siembras de quínoa en la comuna, a través de los programas PDTI, PRODESAL y PRODER, con lo cual se han obtenidos los siguientes resultados:

- 1) Incremento de la superficie de sembrada: 1 ha (2013) a 20 ha (2018).
- 2) Agricultores de PDTI, PRODER y PRODESAL establecieron 15,5 ha (2017-2018).
- 3) Para la temporada 2018-2019 se espera una siembra > a 25 ha.
- 4) Rendimientos en parcelas demostrativas establecidas en comunidades: 20-50 qq/ha
- 5) Aproximadamente 3000 kg a la espera de su procesamiento (desaponificado)

14. CONCLUSIONES

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

Las principales conclusiones según objetivo específico son las siguientes:

1. Identificar germoplasma de quinua con características agronómicas y/o funcionales sobresalientes en términos de rendimiento y calidad.

Los resultados de caracterización indican que existe una gran variabilidad fenotípica dentro de la colección estudiada. En relación a la producción de semillas, las accesiones tienen un comportamiento diverso dependiendo de la localidad. Las accesiones presentan mayores rendimientos en el borde costero que en el valle central de La Araucanía. En la localidad de Carillanca tres accesiones superaron en rendimiento a la variedad comercial. En el caso de Tranapunte, seis accesiones seleccionadas superaron a la variedad comercial. Las accesiones de quinoa de La Araucanía, no se adaptaron a las condiciones de la Región del Biobío. Todas estas características apuntan a la existencia de un material valioso existente y caracterizado para un futuro programa de mejoramiento genético.

2. Definir tecnologías de manejo agronómico integrado que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile.

En base a los resultados obtenidos se puede difundir recomendaciones técnicas para agricultores y profesionales del agro que incluyen espaciamiento entre surcos, dosis de siembra, siembra superficial, gestión de la fertilización (N, P y K), herbicidas efectivos y selectivos para el cultivo, manejo de la principal enfermedad del cultivo, se identificaron insectos asociados que a la fecha no presentan un impacto económico, y que el riego incrementa significativamente la productividad. Junto con lo anterior, el análisis financiero indica que la quínoa tiene un elevado margen bruto y es muy competitiva

respecto de otros cultivos anuales. En definitiva, la producción de quinoa en la zona sur de Chile tiene grandes posibilidades de convertirse en un cultivo competitivo y rentable.

3. Desarrollar prototipos industriales en base a quinua que puedan ser escalados por actores AFC en el mediano plazo.

La quinoa es una materia prima que se acopla integralmente a varias de las principales tendencias globales de la industria de alimentos. La quinoa del sur de Chile, es una quinoa altamente diferenciada, lo cual genera focos de oportunidad comercial aun no explotados por los productores y los transformadores nacionales. Los prototipos desarrollados, mote, bebidas saborizadas, flan y jalea, harina para repostería, constituyen un real aporte que entrega valor agregado a la quinoa producida por los pequeños productores.

4. Transferir y difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y empresas del centro-sur de Chile.

Se realizaron diversas actividades de difusión tales como charlas, talleres, Seminarios, días de campo, charlas técnicas, publicaciones en medios escritos (prensa y revistas), informativos técnicos, días de campo, Seminario Internacional y feria de prototipos. Con todas estas actividades se llegó a un público directo de 1.644 personas. Junto con lo anterior la transferencia de tecnología se realizó a partir de la segunda temporada con agricultores de las 4 comunidades socias del proyecto y con el equipo técnico de la Municipalidad de Vilcún, mediante siembras participativas utilizando la tecnología del paquete agronómico desarrollado. En la primera temporada se establecieron 4 siembras con una superficie total de 0,7 ha (rendimientos de 13 a 19 qq/ha) y en la segunda temporada 4 siembras con una superficie total de aproximadamente 0,4 ha (rendimientos de 16 a 26 qq/ha).

15. RECOMENDACIONES

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

Como ya se ha mencionado anteriormente que, si bien se lograron importantes avances para el cultivo de la quinoa en la zona sur del país, aún quedan temas pendientes, tales como profundizar en estudios agronómicos, incursionar en el tema de los recursos genéticos y su mejoramiento, registro de productos fitosanitarios, entre otros. Junto con lo anterior se debe dar continuidad a programas robusto y potente de difusión, transferencia tecnológica, y con valor agregado de la producción.

El procesamiento de la quinoa presenta un gran desafío que se debe abordar mediante estrategias de I+D+i que valore y diferencie la quinoa araucana de otras quinoas. Nuevas preparaciones y productos elaborados. Innovar o nuevas formas de presentación de los productos elaborados, contando con espacios adecuados para la promoción de los productos elaborados.

El equipo de trabajo del proyecto mantiene el compromiso y la motivación para seguir

aportando al desarrollando este cultivo. Es así como se intentó presentar una propuesta de continuación el 2017 al FIA (FIA - FIC Región de La Araucanía), ya que la Quínoa estaba dentro de los rubros priorizados. Sin embargo, restricciones de tipo administrativas del concurso en esa oportunidad, concernientes a que los Institutos Tecnológicos (INIA) y Universidades solo podían participar como asociados, no permitió desarrollar y llegar con una propuesta al concurso. Esto se debió al aún escaso e incipiente nivel organizacional de los productores de quínoa en la Región de La Araucanía, a lo que se suma una etapa previa de adquisición de capacidades para presentar y gestionar proyectos de esta naturaleza.

16. ANEXOS

Anexo 1: Actividades relacionadas con Objetivo N°1 (Identificar germoplasma de quinoa con características agronómicas y/o funcionales sobresalientes en términos de rendimiento y calidad).

Ensayos de caracterización y regeneración de genotipos de quinoa.

Investigadores responsables: Ivette Seguel y Arturo Morales.

Ayudante de investigación: Lorena Díaz

Objetivo: Identificar genotipos de quinoa con aptitudes agronómicas y/o funcionales sobresalientes en términos de rendimiento y calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las 125 accesiones de quinoa conservada en INIA Carillanca se caracterizaron a través de caracteres morfológicos y agronómicos de tipo cuantitativos y cualitativos descritos en Bioversity International (2013) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de descriptores utilizados para la caracterización del banco de germoplasma de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).

Descriptor	Unidad
Rendimiento por planta	[g]
Altura planta	[cm]
Días inicio floración	Días
Días a 50% floración	Días
Largo panoja	[cm]
Diámetro panoja	[cm]
Diámetro tallo principal	[cm]
N° dientes por hoja	n°
Largo peciolo	[cm]
Ancho máximo hoja	[cm]
Largo máximo hoja	[cm]
N° ramas primarias	n°
Peso 1000 semillas	[g]
Color tallo principal	Tabla color
Color panoja	Tabla color
Color lamina foliar	Tabla color
Densidad panoja	Rango
Hábito crecimiento	Rango
Posicion ramas primarias	Rango
Color peciolo	Tabla color
Forma panoja	Rango
Margen hoja	Rango

Las accesiones se evaluaron en dos localidades de caracterización (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos geográficos localidades de caracterización colección de quínoa.

	INIA Carillanca	INIA Tranapunte	INIA Quilamapu
País	Chile	Chile	Chile
Región	de la Araucanía	de la Araucanía	BíoBio
Comuna	Vilcún	Carahue	Chillán
Latitud	38°41' S	38°41' S	36°31' S
Longitud	72°24' O	73°21' O	71°54" O
Altitud (m.s.n.m.)	174	72	200

La fertilización base de los módulos de caracterización se basó en recomendaciones realizadas por el experto en fertilidad (cuadro 3)

Cuadro 3. Recomendación de fertilización para localidad INIA Carillanca.

Nutriente	Unidad	Localidad	
		INIA Carillanca	INIA Tranapunte
Nitrógeno	N	240 kg/ha	160 kg/ha
Fósforo	P ₂ O ₅	120 kg/ha	160 kg/ha
Potasio	K ₂ O	160 kg/ha	120 kg/ha
Magnesio	MgO	13 kg/ha	30 kg/ha
Azufre	S	13 kg/ha	40 kg/ha
Boro	B	1 kg/ha	1 kg/ha

El proceso de caracterización en campo se realizó en condiciones de secano, se utilizaron tres repeticiones por accesión, la unidad experimental consistió en un surco con 10 plantas. Para las medidas cuantitativas se registró la media de cinco plantas al azar, y para las medidas cualitativas se registró el dato en función al 50% de plantas de la población. Para los descriptores que involucran colores, se utilizó la tabla de colores de la Royal Horticultural Society (RHS) (2015).

La densidad de siembra fue alta, un gramo de semilla por metro lineal, esto con el objetivo de obtener una alta población que permitiera un número mínimo de plantas para las evaluaciones. Para obtener 10 plantas de quínoa por accesión, los surcos fueron raleados al llegar al estado fenológico de 4-6 hojas verdaderas.

La evaluación de los materiales seleccionados en la última temporada se realizó mediante metodología estándar (cuadro 4) consistió en el establecimiento de micro parcelas, de 4 x 2 metros, con cuatro surcos distanciados a 40 cm, y cuatro repeticiones por accesión. Las semillas de las seis accesiones fueron desinfectadas con una mezcla de insecticida (Donau 25 SC) a dosis equivalente a 250 cc/ 100 kg semillas y fungicida (Acronis) a dosis equivalente a 250 cc/ 100 kg semillas.

Cuadro 4. Croquis metodología evaluación estándar.



Los resultados de la caracterización fueron agrupados, y los valores promedios fueron utilizados para el análisis estadístico. Los siguientes parámetros fueron evaluados por variable; promedio, valor mínimo, valor máximo, desviación estándar (D.E.) y coeficientes de variación (CV%). El análisis de la varianza fue realizado en todos los descriptores con el software Info-Gen (Balzarini *et al*, 2010) utilizando análisis simple de la varianza (One-Way ANOVA). Los coeficientes de variación (CV%) fueron considerados como indicadores de variabilidad. Las correlaciones entre los descriptores fueron determinadas utilizando coeficientes de correlación de Pearson y las relaciones entre accesiones fueron investigadas mediante análisis de componentes principales. Los valores promedios fueron utilizados para crear una matriz de correlación sobre la cual los valores del análisis de componentes principales fueron calculados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1ra Temporada (2015-16)

Caracterización de 125 accesiones: durante la primera temporada se llevó a cabo la caracterización de la totalidad de la colección que se conserva en el Banco de Germoplasma de INIA Carillanca.

Cuadro 5. Resultados de caracterización colección de quinoa conservada en INIA Carillanca. Temporada 2015/16

Descriptor	Tipo dato	Unidad	Media	D.E.	CV	Min	Máx
Altura planta	Cuantitativo	[cm]	109,24	23,73	21,72	52	183
Días inicio floración		días	74,49	5,14	6,9	68	82
Días a 50% floración		días	94,98	6,55	6,9	86,7	104,55
Largo panoja		[cm]	32,41	7,2	22,21	16,2	54,8
Diámetro panoja		[cm]	2,17	1,77	81,31	0,84	8,26
Diámetro tallo principal		[cm]	1,37	0,34	24,71	0,6	2,6
N° dientes por hoja		n°	9,1	3,35	36,78	1	16
Largo peciolo		[cm]	2,83	0,82	28,98	1	5,4
Ancho máximo hoja		[cm]	4,48	1,24	27,78	1,7	9,6
Largo máximo hoja		[cm]	5,7	1,18	20,67	2,5	9,6
N° ramas primarias		n°	18,54	3,92	21,12	10	28
Peso 1000 semillas		[g]	2,63	0,31	11,95	1,8	3,3
Rendimiento por planta		[g]	29,9	9,6	32,1	11,25	74,95
Color tallo principal	Cualitativo	Tabla color	20,81	14,53	69,81	1	47
Color panoja		Tabla color	27,99	12,78	45,67	1	47
Color lamina foliar		Tabla color	14,91	7,49	50,2	1	32
Densidad panoja		Nivel	2,15	0,48	22,19	1	3
Hábito crecimiento		Nivel	2,4	0,57	23,7	1	4
Posición ramas primarias		Nivel	1,82	0,38	21,05	1	2
Color peciolo		Tabla color	1,3	0,61	47,14	1	3
Forma panoja		Nivel	1,83	0,38	20,57	1	2
Margen hoja		Nivel	2	0	0	2	2

Coefficientes de variación (CV): indica el grado de precisión con el cual los tratamientos son comparados, y es un buen indicador de la confiabilidad del experimento, pero en este caso puede ser utilizado como un indicador que permite distinguir entre las accesiones estudiadas en base a su comportamiento morfológico y fenológico. Los mayores niveles de variabilidad fueron encontrados en el diámetro de panoja (CV= 81,3%), color de hojas (CV= 50,2%), color de panoja (CV= 45,7%) y número dientes por hoja (CV= 36,78%). Por otro lado, los descriptores; días a inicio floración (CV= 6,9%), días a 50% floración (CV= 6,9%), peso 1000 semillas (CV= 11,95%), presentaron baja variabilidad. El descriptor margen de hoja tuvo 0% de variación debido a que todas las accesiones presentan hojas dentadas. Los demás descriptores, altura de planta (CV= 21,72%), largo de panoja (CV= 22,21%), diámetro tallo principal (CV= 24,71%), largo peciolo (CV= 28,98%), ancho máximo hoja (CV=27,78%), largo máximo de hoja (CV= 20,67%), forma de panoja (CV= 20,57%), número ramas primarias (CV= 21,12%), densidad panoja (CV= 22,19%) varían desde un 20,57% a un 28,98% esto indica que tienen un grado de variabilidad medio, el cual debe ser estudiado específicamente dependiendo si es un descriptor (Cuadro 5).

Análisis correlación simple (Pearson): entre las variables fenológicas, la correlación más alta correspondió al inicio de floración y 50% de floración ($r = 0,95$). El inicio de floración y 50% de floración se correlacionan positivamente con la altura de planta ($r = 0,5$), esto indica que mientras más tardía sea una accesión mayor será su altura (Cuadro 6). El diámetro de panoja presenta una correlación negativa ($r = -0,19$) con los días a inicio de floración, esto indica que una accesión más tardía desarrollara una panoja más pequeña. Respecto a la arquitectura de planta, una asociación importante es la de altura de planta con peso de 1000 semillas ($r = -0,22$), esto indica que mientras más alta sea una planta, menor peso de 1000 semillas tendrá. Otra asociación importante es la de rendimiento por planta y el diámetro de panoja ($r = -0,27$), esta asociación negativa indica que mientras más grande sea una panoja, menor rendimiento por planta tendrá (cuadro 6).

Cuadro 6. Matriz de correlación simple entre 13 variables cuantitativas utilizadas en caracterización colección quinoa.

	RP	AP	DIF	D50%F	LP	DP	DTP	NDH	Lpe	AMH	LMH	NRP	P1000
Rendimiento por planta (RP)	1												
Altura planta (AP)	0,3	1											
Días inicio flor (DIF)	0,26	0,5	1										
Días 50% flor (D50%F)	0,26	0,5	1	1									
Largo panoja (LP)	0,3	0,67	0,31	0,31	1								
Diámetro panoja (DP)	-0,27	-0,27	-0,19	-0,19	-0,4	1							
Diámetro tallo principal (DTP)	0,32	0,46	0,2	0,2	0,59	-0,3	1						
Número dientes hoja (NDH)	-0,02	0,26	0,15	0,15	0,13	-0,21	-0,04	1					
Largo peciolo (Lpe)	0,06	0,31	0,25	0,25	0,18	-0,03	0,2	0,36	1				
Ancho máximo hoja (AMH)	0,04	0,29	0,14	0,14	0,29	-0,17	0,21	0,52	0,63	1			
Largo máximo hoja (LMH)	0,02	0,18	0,2	0,2	0,14	-0,1	0,12	0,38	0,79	0,76	1		
Número ramas primarias (NRP)	0,31	0,58	0,4	0,4	0,43	-0,29	0,31	0,22	0,17	0,3	0,14	1	
Peso 1000 semillas (P1000)	0,04	-0,22	0,03	0,03	-0,35	-0,01	-0,23	0,04	0,02	-0,07	0,04	0,05	1

Análisis componentes principales (ACP): se observa que la varianza asociada con cada componente principal es diferente y decrece en orden (Figura 1). El primer componente explica el 33% de la varianza total, el segundo explica el 17%, y así sucesivamente, hasta que toda la variabilidad queda distribuida diferencialmente entre los 13 componentes

La selección del número de componentes que se debe retomar para el análisis fueron los valores propios que expliquen un 70% o más de la varianza total, por lo tanto, se utilizaron tres componentes (Figura 1).

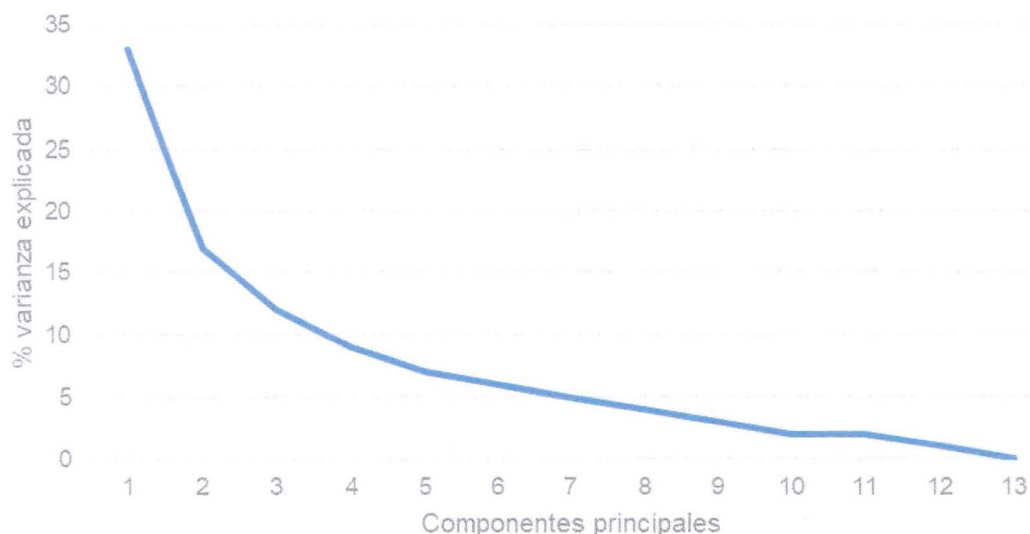


Figura 1. Proporción de la varianza explicada por cada componente principal en la caracterización de quinoa.

El primer componente principal contribuyo con el 33% de la varianza total explicada mientras que la distribución de los coeficientes del primer vector propio indica que; altura de planta, largo panoja, días a inicio de floración, días a 50% floración, numero de ramas primarias y ancho máximo de hoja son los que más contribuyen de forma positiva a dicho componente. Por el contrario, diámetro de panoja y peso de 1000 semillas contribuyen de forma negativa.

Los resultados anteriores indican que el primer componente permitió distinguir las accesiones que son más altas, con panoja más larga y que florecen más tardíamente. La contribución negativa de diámetro de panoja y peso 1000 semillas sugiere que mientras más alta y tardía sea una planta menor será el diámetro de su panoja y menor será el tamaño de sus semillas.

El número de ramas primarias y el ancho máximo de hoja también contribuyeron de forma positiva a este primer componente, lo cual indica que plantas más tardías y altas desarrollan hojas más anchas y con mayor número de dientes.

El segundo componente principal contribuyo con un 17% de la varianza total explicada. De acuerdo con los coeficientes de este componente largo de peciolo, ancho máximo de hoja y largo máximo de hoja son los que más contribuyen de forma positiva a este componente. De forma negativa, rendimiento por planta y largo de panoja son los que más contribuyen. En conclusión, en este componente se puede distinguir a las accesiones generan hojas mucho más grandes, pero con panojas más cortas y que tienen menores rendimientos de semillas por planta.

El tercer componente principal contribuyo en un 12% de la varianza total explicada. En este caso, los coeficientes del tercer vector propio indican que días a inicio de floración, días a 50% de floración y peso de 1000 semillas son las que más contribuyen de forma

positiva. Por el otro lado, de forma negativa, los que más contribuyen son largo de panoja y diámetro tallo principal. En consecuencia, este componente ayuda a distinguir entre las accesiones más tardías, con mayor tamaño de semillas, pero con panojas más cortas y tallos más delgados.

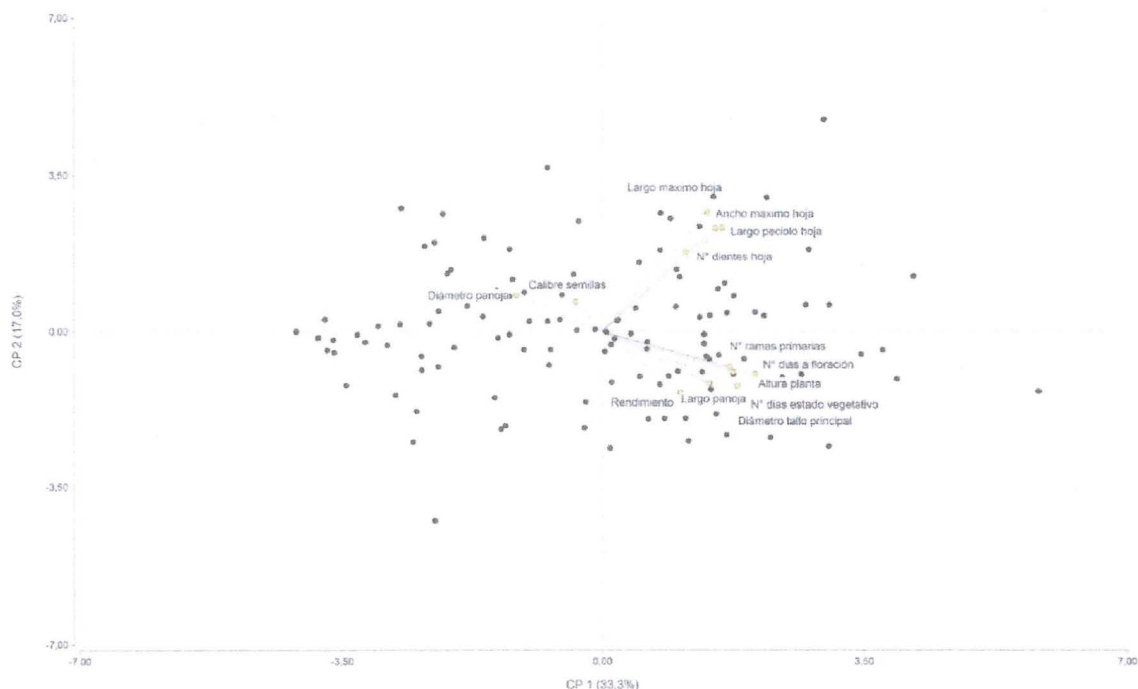


Figura 2. Análisis de componentes principales.

En relación con las variables más vinculadas en forma positiva al primer componente vemos que largo máximo de hoja, ancho máximo de hoja, largo peciolo, número dientes por hoja, número ramas primarias, días a inicio floración, días a 50% floración, altura de planta, largo panoja diámetro tallo principal y rendimiento por planta son las que más aportan en este sentido. Existen dos descriptores, diámetro panoja y peso 1000 semillas que contribuyen de forma negativa a este componente.

Los resultados de la caracterización de la totalidad de la colección indican que existe una gran variabilidad fenotípica dentro de la colección.

Selección 25 accesiones superiores: los resultados de caracterización de la primera temporada permitieron seleccionar las 25 accesiones superiores en relación a rendimiento de semillas y calibre de semillas (cuadro 8).

Cuadro 7. Accesiones seleccionadas en primera temporada de caracterización.

Accesión	Rendimiento por planta [g]
CQU 389	52,4
CQU 139	47,7
CQU 390	47,4
CQU 101	41,7
CQU 386	41,5
CQU 117	37,4
CQU 391	36,7
CQU 98	36,6
CQU 131	36,4
CQU 382	36,1
CQU 142	35,2
CQU 397	35,1
CQU 141	35,0
CQU 155	34,6
CQU 116	34,5
CQU 405	32,0
CQU 348	31,6
CQU 130	31,2
CQU 110	31,0
CQU 162	28,3
CQU 345	23,5
CQU 126	21,4
CQU 135	20,7
CQU 132	15,8
CQU 407	11,3

2da Temporada [2016-17]

Caracterización 25 accesiones seleccionadas: durante la segunda temporada, las accesiones se caracterizaron en dos localidades contrastantes de la región de la Araucanía (Cuadro 2).

Los resultados de la caracterización en la segunda temporada indicaron que el factor localidad afecta los rendimientos y calibre de semillas. En general, las accesiones tuvieron mejores rendimientos y calibre de semilla en la localidad de INIA Tranapunte. La selección de las accesiones superiores se hizo en base a los resultados obtenidos en INIA Carillanca. Se seleccionaron en total seis accesiones superiores, las primeras cinco accesiones del ranking en INIA Carillanca, y la accesión CQU 382, la cuál fue la única que estuvo en los mejores 10 del ranking en las dos localidades evaluadas (Cuadro 9).

Cuadro 8. Resultados de caracterización 25 accesiones en dos localidades.

Accesión	Localidad				
	INIA Carillanca		INIA Tranapunte		Selección
	Rendimiento P/P [g]	Calibre semillas [peso 1000 semillas]	Rendimiento P/P [g]	Calibre semillas [peso 1000 semillas]	
CQU 389	52,41	3,10	90,00	3,20	*
CQU 139	47,65	2,50	96,53	2,90	*
CQU 390	47,38	3,10	99,40	3,80	*
CQU 101	41,65	3,00	71,60	3,20	*
CQU 386	41,53	2,90	105,47	3,40	*
CQU 117	37,35	2,20	82,53	3,10	
CQU 391	36,66	2,80	69,73	3,50	
CQU 98	36,58	2,70	57,67	3,20	
CQU 131	36,44	2,90	84,80	3,10	
CQU 382	36,13	2,20	109,33	3,30	*
CQU 397	35,12	2,50	95,33	2,80	
CQU 110	31,04	2,20	89,27	2,80	
CQU 116	34,49	2,60	72,60	3,50	
CQU 126	21,45	3,10	76,80	2,80	
CQU 130	31,21	2,80	82,00	3,10	
CQU 132	15,77	2,70	86,80	3,00	
CQU 135	20,68	3,00	120,87	3,30	
CQU 141	35,02	3,10	103,40	2,90	
CQU 142	35,17	2,90	91,00	3,50	
CQU 155	34,58	2,50	108,80	3,20	
CQU 162	28,28	2,10	106,13	3,00	
CQU 345	32,00	2,40	92,47	3,20	
CQU 348	11,25	2,30	102,93	3,20	
CQU 405	23,46	2,40	120,33	3,00	
CQU 407	31,60	3,20	100,20	2,80	

3ra Temporada [2017-18]

Evaluación genotipos seleccionados mediante ensayo agronómico estándar: Las seis accesiones seleccionadas fueron evaluadas mediante la metodología estándar (cuadro 4). Se establecieron ensayos en las tres localidades descritas en cuadro 2. El establecimiento de los ensayos se realizó en las siguientes fechas;

- INIA Carillanca: 11 septiembre 2017
- INIA Tranapunte: 14 septiembre 2017
- INIA Quilamapu: 15 septiembre 2017
-

Los resultados indican que en INIA Tranapunte es donde se obtuvieron los mayores rendimientos. El máximo se alcanzó en la accesión CQU 390 con 5.284 [kg/ha]. En la

localidad de INIA Carillanca el máximo rendimiento obtenido fue 4.209 [kg/ha]. En la localidad de INIA Quilamapu el máximo obtenido no superó los 637 [kg/ha].

La variedad comercial utilizada fue estable en sus rendimientos en las dos localidades de la región de la Araucanía, INIA Carillanca 3477 [kg/ha] e INIA Tranapunte 3250 [kg/ha], sin embargo, en la localidad de INIA Quilamapu fue de 637 [kg/ha].

Los bajos rendimientos en la localidad de la Región de Biobío podrían explicarse dada la adaptación al clima y fotoperiodo de la región de la Araucanía en las accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de INIA Carillanca (Figura 3).

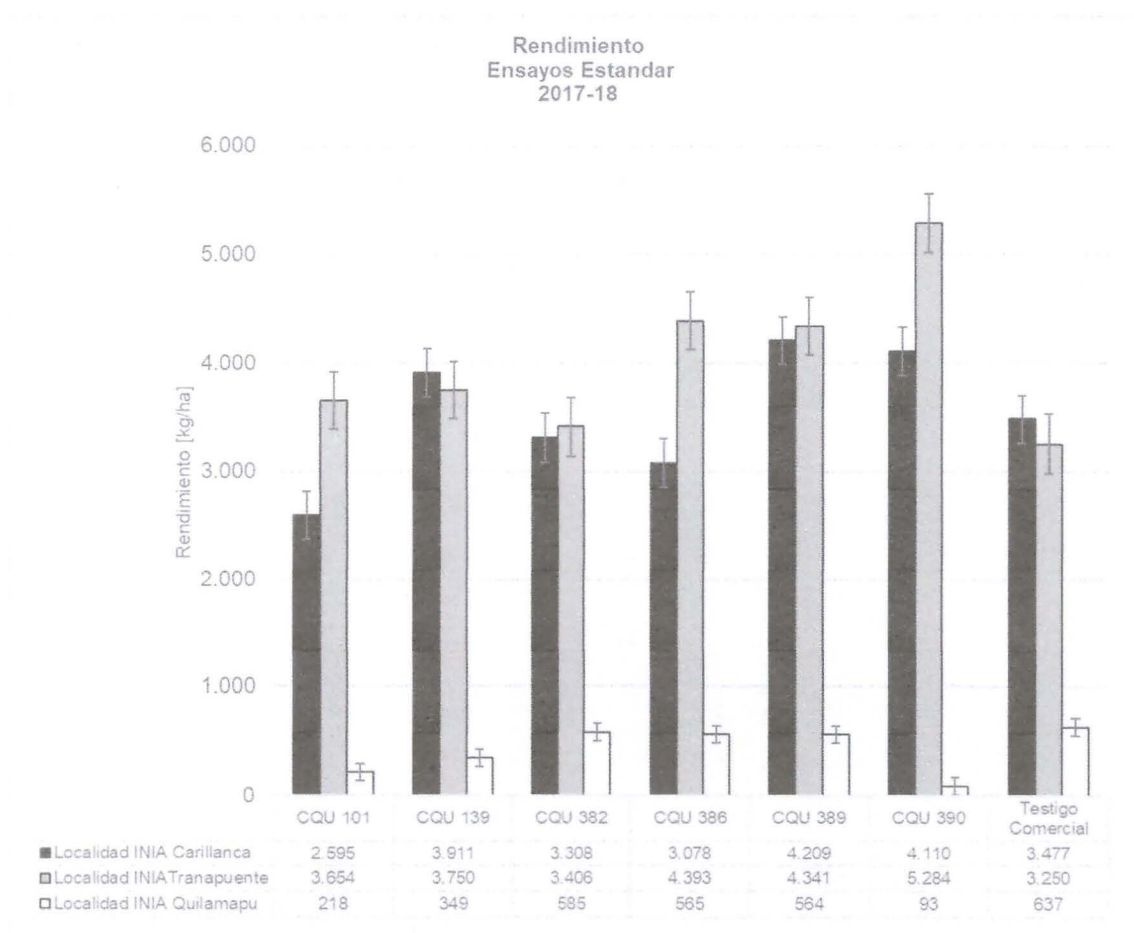


Figura 3. Resultados de caracterización en ensayos estándar en tres localidades. Temporadas 2017-18.

CONCLUSIONES

Las tres temporadas de caracterización de la colección de quínoa de INIA Carillanca nos permiten distinguir las siguientes conclusiones;

1. Los resultados de caracterización indican que existe una gran variabilidad fenotípica dentro de la colección estudiada.
2. En relación a la producción de semillas, las accesiones tienen un comportamiento diverso dependiendo de la localidad. Las accesiones en el borde costero de la región de la Araucanía (INIA Tranapunte) tienen mayores rendimientos de semillas en comparación al valle central (INIA Carillanca).
3. En la localidad de INIA Carillanca tres accesiones superaron en rendimiento de semillas a la variedad comercial. En el caso de INIA Tranapunte, las seis accesiones seleccionadas superaron a la variedad comercial.
4. Las accesiones de quinoa de INIA Carillanca, no se adaptan a las condiciones de INIA Quilamapu.

Anexo 2: Actividades relacionadas con Objetivo 2 (Definir tecnologías de manejo agronómico integrado que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile).

Ensayos de Espaciamiento y dosis de siembra

Investigador responsable: Mario Mera.

Ayudante de investigación: José M. Alcalde.

Objetivo: Generar información sobre espaciamiento y dosis de semilla a ocupar en siembras de quínoa en La Araucanía. La condición ambiental de la localidad, la presión de malezas y las características de la variedad son factores determinantes en los resultados de los estudios de espaciamiento, dosis de siembra y densidad de plantas. En consecuencia, es necesario contar con resultados experimentales para condiciones particulares a fin de entregar recomendaciones más precisas a los agricultores.

MATERIALES Y METODOS

Metodología general

El ensayo contempló dos espaciamientos entre hileras y seis dosis de siembra, en dos localidades, INIA Carillanca e INIA Tranapunte, en un diseño de bloques completos aleatorizados en arreglo factorial, con cuatro repeticiones. Se utilizó la variedad Regalona-Baer. Se trata de una variedad de “nivel del mar” (*lowland, coastal o sea-level*), de baja altura de planta, hábito de crecimiento compacto y relativa precocidad. Cada semilla de la variedad Regalona-Baer pesa en promedio alrededor de 3 miligramos. Esto significa que un kilo contiene más de 333 mil semillas. La semilla se desinfectó con Acronis y Donau. Las parcelas consistieron en 5 y 10 surcos de 4 m largo, para los espaciamientos de 40 y 20 cm, respectivamente. El área cosechada correspondió a 6 hileras de 3 m largo en las parcelas con espaciamiento 20 cm entre surcos ($3,6 \text{ m}^2$) y 3 hileras de 3 m largo en las parcelas con espaciamiento 40 cm ($3,6 \text{ m}^2$).

Métodos temporada 2015-16

El ensayo se sembró en Carillanca y Tranapunte, el 1 y 3 de septiembre de 2015, respectivamente. En Carillanca se encuentra en el potrero N°13 y en Tranapunte en el potrero N°6 de ese centro experimental. El control de malezas se realizó con metamitron, 2,5 kg/ha de MM 70 WG de preemergencia, y tres desmalezamientos manuales. Se fertilizó con 160 kg/ha de N como Can 27, parcializados en 30 a la siembra, 60 con plantas de 4 hojas y 70 con plantas de 6 hojas; 150 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato triple a la siembra; y 100 kg/ha de K_2O como muriato de potasio a la siembra.

A inicios de noviembre se presentó un ataque importante de mildiú, causado por el hongo *Peronospora farinosa*. Se aplicó Zampro (ametotradina+dimetomorf), en dosis de 0,8 L/ha PC, en una ocasión (6 noviembre) en Carillanca y en dos ocasiones (10 y 27 noviembre) en Tranapunte. En diciembre, la enfermedad quedó circunscrita mayoritariamente a la mitad inferior del follaje. Los ensayos de Carillanca y Tranapunte se cosecharon el 2 y 16 de febrero 2016, respectivamente.

Métodos temporada 2016-17

El ensayo se sembró en Carillanca y Tranapunte, el 20 y 14 de septiembre de 2016, respectivamente. En Carillanca, se encuentra en el potrero N°13 y en Tranapunte en el potrero N°11 de esa estación experimental. El control de malezas se realizó con metamitron, 3,0 kg/ha de MM 70 WG de preemergencia, y tres desmalezamientos manuales. Se fertilizó con 160 kg/ha de N como Can 27, parcializados en 30 a la siembra, 60 con plantas de 4 hojas y 70 con plantas de 6 hojas; 150 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato triple a la siembra; y 100 kg/ha de K_2O como muriato de potasio a la siembra.

En ambos sitios se aplicó fungicida Zampro (ametoctradina+dimetomorfo), en dosis de 0,8 L/ha PC, en Carillanca en una ocasión (28 octubre) y en Tranapunte en una ocasión (02 noviembre). Los ensayos de Carillanca y Tranapunte se cosecharon el 02 y 20 de febrero 2017, respectivamente.

Métodos temporada 2017-18

Se sembró el 13 y 20 de septiembre 2017 en Carillanca y Tranapunte, respectivamente. El ensayo en INIA Carillanca se ubicó en el potrero N°13, y en INIA Tranapunte, en el potrero N°11 sector norte. El control de malezas se realizó con metamitron, 3,0 kg/ha de MM 70 WG de preemergencia, y tres desmalezamientos manuales. En Carillanca se fertilizó con 240 kg/ha de N como Can 27, parcializados en 30 a la siembra, 90 con 4 hojas, y 120 con 6 hojas; 120 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato triple a la siembra; 160 kg/ha de K_2O , 45 como Vitramag a la siembra y 115 como muriato de potasio con 4 hojas; 13 kg/ha de MgO y 13 kg/ha de S como Vitramag a la siembra; y 1 kg/ha de B como boronatrocalcita a la siembra. En Tranapunte se fertilizó con 180 kg/ha de N como Can 27, parcializados en 30 a la siembra, 60 con 4 hojas, y 90 con 6 hojas; 140 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato triple a la siembra; 160 kg/ha de K_2O , 45 como Vitramag a la siembra y 115 como muriato de potasio con 4 hojas; 13 kg/ha de MgO y 13 kg/ha de S como Vitramag a la siembra; y 1 kg/ha de B como boronatrocalcita a la siembra. Se aplicó Zampro, 0,8 L/ha PC, para prevenir mildiú, el 14 y 15 noviembre en Carillanca y Tranapunte, respectivamente. Los ensayos de Carillanca y Tranapunte se cosecharon el 13 y 23 de febrero 2018, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza conjunto para los tres años de estudio arrojó los resultados presentados en el Cuadro 1. Los coeficientes de variación estuvieron en valores considerados medios a bajos, lo cual otorga confiabilidad a los resultados obtenidos. El análisis indica que el año y la localidad tuvieron efectos altamente significativos sobre el rendimiento y el peso medio del grano, ratificando la importancia del ambiente en la expresión de estas variables. El espaciamiento tuvo efecto altamente significativo sobre el rendimiento, pero solo significativo sobre el peso medio de grano. La dosis de siembra, por el contrario, no ejerció efecto significativo sobre el rendimiento ni tampoco sobre el peso medio de grano.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg/ha) y peso medio de grano (mg), conjunto para dos localidades durante tres temporadas.

Rendimiento	Media = 3632,4 $\sqrt{\text{CME}} = 467,2$ CV = 12,9%					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P>F	
Modelo	74	210502317	2844626	13,03	<0,000 1	
Error	213	46488379	218255			
Total	287	256990696				
Año (A)	2	53385901		122,30	<0,000 1	***
Localidad (L)	1	40263702		184,48	<0,000 1	***
Espaciamiento (E)	1	5471877		25,07	<0,000 1	***
Dosis (D)	5	1984548		1,82	0,1104	
Repeticiones	3	1368908		2,09	0,1025	
L x A	2	89836727		205,81	<0,000 1	***
E x A	2	26552		0,06	0,9410	
E x L	1	976668		4,47	0,0036	**
D x A	10	5235296		2,40	0,0102	*
D x L	5	1686156		1,55	0,1771	
D x E	5	1153541		1,06	0,3853	
E x L x A	2	3311637		7,59	0,0007	***
D x L x A	10	1842844		0,84	0,5865	
D x E x A	10	2023193		0,93	0,5092	
D x E x L	5	125731		0,12	0,9889	
D x E x L x A	10	1809038		0,83	0,6012	
Peso medio de grano	Media = 3,108 $\sqrt{\text{CME}} = 0,1958$ CV = 6,3%					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P>F	
Modelo	74	9,727292	0,131450	3,43	<0,000 1	
Error	213	8,162708	0,038323			
Total	287	17,890000				
Año (A)	2	1,313177		17,13	<0,000 1	***
Localidad (L)	1	0,922535		24,07	<0,000 1	***
Espaciamiento (E)	1	0,227812		5,94	0,0156	*

Dosis (D)	5	0,165833		0,87	0,5052	
Repeticiones	3	0,211042		1,84	0,1417	
L x A	2	4,305226		56,17	<0,000 1	***
E x A	2	0,142865		1,86	0,1576	
E x L	1	0,031250		0,82	0,3675	
D x A	10	0,309740		0,81	0,6210	
D x L	5	0,254549		1,33	0,2532	
D x E	5	0,269062		1,40	0,2239	
E x L x A	2	0,076094		0,99	0,3722	
D x L x A	10	0,223316		0,58	0,8272	
D x E x A	10	0,376510		0,98	0,4597	
D x E x L	5	0,450625		2,35	0,0419	*
D x E x L x A	10	0,447656		1,17	0,3139	

Rendimiento de grano. El rendimiento promedio varió significativamente en las tres temporadas de evaluación y como promedio de los tres años de evaluación, el rendimiento de grano alcanzado en Tranapunte fue superior al logrado en Carillanca (Cuadro 2). Como promedio de los tres años, las dos localidades y las seis dosis de siembra, el rendimiento con espaciamiento entre hileras a 40 cm fue superior al de 20 cm (Cuadro 2). La diferencia en rendimiento fue pequeña, 275 kg/ha, pero estadísticamente significativa.

Cuadro 2. Efectos de la temporada, la localidad y el espaciamiento en el rendimiento de grano (kg/ha) de quínoa Regalona-Baer. Letras diferentes indican diferencias significativas según PCM Tukey, 0,05 P.

Temporad a	Rendto.	Localidad	Rendto.	Espaciamiento	Redto.
2015-16	3.547 b	Carillanca	3.258 b	20 cm	3.495 b
2016-17	4.197 a	Tranapunte	4.006 a	40 cm	3.770 a
2017-18	3.153 c				

Se observó un mayor vigor y sanidad de las plantas con el espaciamiento a 40 cm. La presencia de mildiu, causado por el hongo *Peronospora variabilis*, se evidenció en menor grado en las parcelas con 40 cm de espaciamiento. Durante las tres temporadas, esta enfermedad se manifestó en noviembre, principalmente en hojas inferiores, pero en el tercio superior del follaje, el más activo fotosintéticamente, se mantuvo relativamente sano, por lo que aparentemente tuvo poco impacto en la productividad de las plantas. Desde el punto de vista del manejo agronómico, el espaciamiento de 40 cm entre hileras permite ejercer un control de malezas mecánico o manual, en tanto que el espaciamiento de 20 cm depende del control químico. La ventaja de sembrar a 40 cm de espaciamiento entre surcos se mostró en las dos localidades de ensayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de grano (kg/ha) de quínoa Regalona-Baer con dos espaciamientos entre surcos, en dos localidades, durante tres temporadas. Los datos presentados son promedios de seis dosis de siembra.

Temporada	Carillanca		Tranapunte	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
2015-16	3079	3218	3712	4179
2016-17	2939	3365	5196	5289
2017-18	3519	3431	2523	3139
Media de 3 años	3179	3338	3810	4202

La dosis de semilla, sin embargo, no tuvo un efecto significativo en ninguna localidad (Cuadro 4). Tampoco fue significativa la interacción entre espaciamiento y dosis de semilla. Al incrementar la dosis de semilla se redujo la cantidad de ramificaciones superiores del tallo y consecuentemente el tamaño de la panoja. También se observó una leve aceleración de la madurez al incrementar la dosis de semilla. Como se observa en el Cuadro 4, la población de plantas obtenida fue notablemente inferior a lo esperado y la pérdida de plantas aumenta al incrementar la dosis de siembra. El caso extremo es la siembra a razón de 30 kg/ha, donde se depositaron alrededor de mil semillas por metro cuadrado, pero apenas se superaron las 100 plantas/m². La planta de la variedad Regalona-Baer no produce ramificaciones basales, independientemente de la densidad poblacional.

Cuadro 4. Población de plantas (plantas/m²) y rendimiento de grano (kg/ha) de quínoa Regalona-Baer, obtenidas con seis dosis de siembra, en dos localidades. Los datos presentados son promedios de tres temporadas y dos espaciamientos entre surcos.

Dosis semilla (kg/ha)	Densidad (semillas/m ²)	Carillanca		Tranapunte	
		Población	Rendimiento	Población	Rendimiento
5	167	40	3320	42	4181
10	333	68	3235	58	4131
15	500	84	3254	74	4150
20	667	91	3331	92	3814
25	833	103	3199	97	3915
30	1000	104	3211	109	3847

Peso medio del grano. No fue afectado por la dosis de siembra, pero con espaciamiento de 40 cm fue levemente, pero significativamente, mayor (3,15 mg) que con 20 cm (3,09 mg). El factor de mayor efecto fue el ambiente, variando entre temporadas y localidades según la disponibilidad de agua en el suelo.

Altura de planta. Como para peso de grano, el ambiente (localidad, temporada) fue el factor de mayor efecto. Al aumentar la dosis de siembra la altura disminuyó de 94 a 88 cm, y con espaciamiento a 40 cm fue mayor (93 cm) que con espaciamiento a 20 cm (88 cm). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, pero no estuvieron asociadas a tendencia del cultivo y no tienen relevancia agronómica.

CONCLUSIONES

Puede concluirse que la quínoa es una planta con gran plasticidad, capaz de compensar eficientemente las variaciones de densidad poblacional. Con población escasa cada planta produce una panoja más grande y con más cantidad de granos. Con población

abundante, cada planta produce panojas más pequeñas. Como resultado, al variar la población el rendimiento se mantiene relativamente estable.

Con base a los resultados obtenidos se considera difundir las siguientes recomendaciones técnicas para agricultores y profesionales del agro:

Espaciamiento. El espaciamiento entre surcos a 40 cm es más recomendable que a 20 cm. La ganancia en rendimiento es pequeña, pero hay otras ventajas: mejora la circulación de aire y las plantas son más sanas, es posible desmalezar manualmente si es necesario, y el peso de grano aumenta levemente.

Dosis de siembra. Se recomienda una dosis de 10 kilos por hectárea de semilla. Dosis mayores no se justifican. Incluso 5 kilos por hectárea son suficientes si la siembra es bien realizada, ya que alrededor de 40 plantas por metro cuadrado pueden maximizar el rendimiento. El aumento de dosis de siembra no logra aumentos proporcionales de población de plantas.

Sistema de siembra. Si se dispone de sembradora con cajón para forrajeras, la quínoa va allí. Si es una sembradora de cereales convencional, la semilla de quínoa debe ir en el cajón de fertilizante. Para simular el espaciamiento a 40 cm se tapa un tubo de salida por medio. La profundidad de siembra es relevante para un cultivo con semilla tan pequeña. Debe sembrarse superficial, a no más de 2,5 cm de profundidad. En suelos arcillosos es preferible que no supere los 2 cm. Por otro lado, si la semilla queda excesivamente superficial, las semillas germinando se exponen a secarse si el suelo tiene poca humedad y hay vientos, como puede ocurrir en siembras de primavera. En suelos livianos se recomienda rodonar para mejorar la adherencia de la semilla al suelo y acelerar la germinación.

Ensayos de Fertilización nitrogenada y potásica del cultivo de Quínoa.

Investigador responsable: Ricardo Campillo R.

Ayudantes de Investigación: Guillermo Contreras

Objetivos:

Evaluar el efecto de dosis de N y K sobre el rendimiento y calidad de grano de Quínoa.

Estimar las dosis óptimas físicas y económicas para la producción de Quínoa en un andisol sometido a una rotación intensiva de cultivos anuales.

Determinar el efecto de dosis de N y K en la eficiencia de uso de N y K por el cultivo de Quínoa.

Ensayos de Fertilización nitrogenada de la quínoa

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la temporada 2017-2018, bajo condiciones de secano en un andisol. Se utilizó el cv. Regalona, con una dosis de 10 kg ha⁻¹ y a una distancia de 40 cm entre hileras, sembradas el 20 de septiembre y 6 de octubre de 2017 en Carillanca y Tranapunte, respectivamente. Previo al establecimiento del experimento se colectaron

muestras de suelo a 0-20 cm de profundidad para su caracterización química. Luego de la siembra, se aplicó 2.5 kg ha⁻¹ de Metamitrón 70 WG como herbicida de preemergencia.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con parcelas de 2 x 3.5 m. En el Cuadro 1 y 2 se indica la dosis de N total, la dosis de N a la siembra y la aplicada en algunos estados del desarrollo de la Quinoa, además de la fuente-N. Las fuentes nitrogenadas empleadas fueron salitre sódico y urea. Todos los tratamientos recibieron también a la siembra una fertilización base de 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹, localizada en el surco a la forma de superfosfato triple, 120 kg de K₂O ha⁻¹ (Sulpomag y KCl) y 1 kg ha⁻¹ de B como boronatrocalcita. También se aplicó al voleo 30 kg ha⁻¹ de N como salitre sódico.

A la cosecha se determinó el rendimiento de grano de quinoa (14 % de humedad), a partir de las dos hileras centrales de cada parcela experimental. El material fue segado y procesado con una máquina trilladora estacionaria. Los valores de rendimiento y de proteína de grano se sometieron al análisis de varianza y las medias de tratamientos al test de Tukey. También se procedió a efectuar contrastes ortogonales de estos parámetros entre tratamientos seleccionados.

Cuadro 1. Dosis y fuente de N a la siembra y en algunos estadios de desarrollo de quinoa, Carillanca, 2017-2018.

Nº Trat.	N anual kg/ha	Siembra	4 hojas	8 hojas	Inicio Pan.
		N kg/ha			
1	0	0	0	0	0
2	120	30	40	50	0
3	240	30	90	120	0
4	360	30	90	120	120

Cuadro 2. Dosis y fuente de N a la siembra y en algunos estadios de desarrollo de quinoa Tranapunte, 2017-2018.

Nº Trat.	N anual kg/ha	Siembra	4 hojas	8 hojas	Inicio Pan.
		N kg/ha			
1	0	0	0	0	0
2	120	30	40	50	0
3	240	30	90	120	0
4	360	30	90	120	120

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carillanca: La caracterización química del suelo utilizado en este experimento se presenta en el Cuadro 3 El potrero ha estado sometido a una rotación intensiva de cultivos bajo

labranza tradicional y que anualmente recibe una fertilización nitrogenada principalmente como urea. En general, el suelo presenta altos niveles de P, niveles medios de Ca, Mg y K de intercambio. En la Figura 1, se compara la pluviometría real de la zona con el promedio histórico de la localidad de Carillanca. Se observa que la precipitación mensual durante 2017 en general fue menor, principalmente desde noviembre en adelante. Durante enero de 2018 la precipitación fue mínima. Esta condición climática afectó el adecuado suministro de agua, impactando el llenado de grano de quinoa, situación que se extendió hasta la etapa de cosecha del experimento.

Los rendimientos de grano de quinoa Regalona en la temporada 2017-2018 (Cuadro 4), fueron normales, pero estuvieron por debajo del potencial. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 22.8 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 34.6 qqm ha⁻¹ (360 kg ha⁻¹ N). De acuerdo a estos resultados las dosis de N resultaron ser similares en el rango de 120 (31.7 qqm ha⁻¹) a 360 kg ha⁻¹ N (34.6 qqm ha⁻¹). En el Cuadro 5 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. Según este ajuste cuadrático la DOF fue de 300.7 kg ha⁻¹ de N anual, alcanzando un rendimiento máximo de 34.7 qqm ha⁻¹. Asumiendo un costo por unidad de N (Urea) de \$550 y un valor de \$50.000 por qqm de quinoa (mayo de 2017), fue posible determinar la dosis óptima económica (DOE) de producción de quinoa para N. De acuerdo al proceso de optimización detallado anteriormente, la DOE estimada fue de 235.6 kg ha⁻¹ de N anual (Cuadro 6), alcanzando un rendimiento óptimo de 34.2 qqm ha⁻¹. En base a los resultados obtenidos, se realizó un análisis de eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado. De acuerdo a estos resultados (Cuadro 6), la EUN disminuyó en función del incremento del N aplicado. Así, la DOE estimada (235.6 kg ha⁻¹ de N anual) alcanzó una alta EUN de 14.5 kg de grano kg de N⁻¹ suministrado. En otras palabras, se necesitaron solamente 6.9 kg de N para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una alta eficiencia de conversión. Estos buenos índices de EUN se alcanzaron a pesar de las restricciones de precipitación que ocurrieron principalmente durante la primavera y verano.

Cuadro 3. Caracterización química del suelo. Carillanca, julio 2018.

Parámetro químico	Unidades	0 – 20 cm
P Olsen	ppm	25.6
M. orgánica	%	14.4
pH agua	1 : 2,5	6.2
Ca intercambiable	cmol+/kg	7.13
Mg intercambiable	cmol+/kg	0.66
Na intercambiable	cmol+/kg	0.07
K intercambiable	cmol+/kg	0.39
S. bases intercambiable	cmol+/kg	8.25
Al intercambiable	cmol+/kg	0.03

CICE	cmol+/kg	8.29
Sat. Al	%	0.4

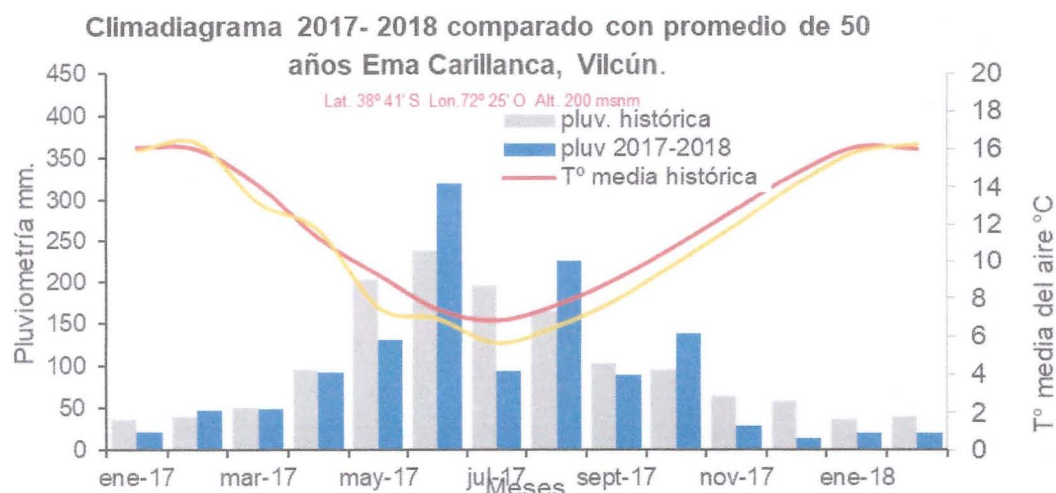


Figura 1. Evolución de parámetros climáticos. Carillanca, 2017- 2018.

Cuadro 4. Efecto de dosis de N en el rendimiento de grano de quinoa Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IPH ₁₂₀	360	34.6 a
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IPH ₀	240	33.2 a
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IPH ₀	120	31.7 a
1	0	0	22.8 b

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según Prueba de Tukey. SI: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas; IP: Inicio Panoja

Cuadro 5. Producción de grano de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	22.9	23.2
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	31.6	30.6
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	33.2	34.2
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	34.6	34.3

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 6. Índices de eficiencia de uso de N de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg grano kg N ⁻¹	Kg N qqm ⁻¹ grano
1	0	0	23.2		
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	30.6	25.5	3.9
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	34.2	14.3	7.0
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	34.3	9.5	10.5
	DOF	300.7	34.7	11.5	8.7
	DOE	235.6	34.2	14.5	6.9

*:Ajuste cuadrático. $Y=23.24 + 0.076X - 0.000126X^2$ (R²=0.971)

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica. Relación de precios: \$550 (kg N-urea) / \$50.000 (qqm quinoa)

Los rendimientos de grano de quinoa BO 76 en la temporada 2017-2018 (Cuadro 7) estuvieron por debajo del potencial. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 15.8 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 31.4 qqm ha⁻¹ (240 kg ha⁻¹ N). De acuerdo a estos resultados las dosis de N resultaron ser similares en el rango de 240 (31.4 qqm ha⁻¹) a 360 kg ha⁻¹ N (30.2 qqm ha⁻¹).

En el Cuadro 8 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. Según este ajuste cuadrático la DOF fue de 316 kg ha⁻¹ de N anual, alcanzando un rendimiento máximo de 31 qqm ha⁻¹.

Asumiendo un costo por unidad de N (Urea) de \$550 y un valor de \$50.000 por qqm de quinoa (mayo de 2017), fue posible determinar la dosis óptima económica (DOE) de producción de quinoa para N. De acuerdo al proceso de optimización detallado anteriormente, la DOE estimada fue de 263.2 kg ha⁻¹ de N anual (Cuadro 6), alcanzando un rendimiento óptimo de 30.5 qqm ha⁻¹.

En base a los resultados obtenidos, se realizó un análisis de eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado. De acuerdo a estos resultados (Cuadro 9), la EUN disminuyó en función del incremento del N aplicado. Así, la DOE estimada (263.2 kg ha⁻¹ de N anual) alcanzó una adecuada EUN de 11.6 kg de grano kg de N⁻¹ suministrado. En otras palabras, se necesitaron solamente 8.6 kg de N para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una adecuada eficiencia de conversión. Estos buenos índices de EUN se alcanzaron a pesar de las restricciones de precipitación que ocurrieron principalmente durante la primavera y verano.

Cuadro 7. Efecto de dosis de N en el rendimiento de quinoa BO 76. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
-------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------------

3	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	31.4 a
4	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	30.2 a
2	Sl ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	23.6 b
1	0	0	15.8 c

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según Prueba de Tukey.
Sl: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 6 hojas; IP: Inicio Panoja

Cuadro 8. Producción de grano de quinoa BO 76. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	15.8	15.3
2	Sl ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	23.6	24.9
3	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	31.4	30.1
4	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	30.2	30.7

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 9. Índices de eficiencia de uso de N de quinoa BO 76. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg grano kg N ⁻¹	Kg N qqm ⁻¹ grano
1	0	0	15.3		
2	Sl ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	24.9	20.8	4.8
3	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	30.1	12.5	8.0
4	Sl ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	30.7	8.5	11.7
	DOF	316.0	31.0	9.8	10.2
	DOE	263.2	30.5	11.6	8.6

*:Ajuste cuadrático. $Y = 15.35 + 0.098X - 0.000156X^2$ ($R^2 = 0.9738$)

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica

Relación de precios: \$550 (kg N-urea) / \$50.000 (qqm quinoa)

Tranapunte: La caracterización química del suelo utilizado en este experimento se presenta en el Cuadro 10. El sitio corresponde a una pradera naturalizada de tres temporadas. En general, el suelo presenta altos niveles de P, niveles medios de Ca y elevados de Mg y K de intercambio. En la Figura 2, se compara la pluviometría real de la zona con el promedio histórico de la localidad de Tranapunte. Se observa que la precipitación mensual durante 2017 en general fue menor, principalmente desde noviembre en adelante.

Informe técnico final

V 2018-06-29

Durante enero y febrero de 2018 la precipitación fue mínima. Esta condición climática afectó el adecuado suministro de agua, impactando el llenado de grano de quinoa, situación que se extendió hasta la etapa de cosecha del experimento. Los rendimientos de grano de quinoa Regalona en la temporada 2017-2018 (Cuadro 11), estuvieron muy por debajo del potencial. Esta baja productividad estuvo asociado a la disminución de precipitaciones, que afectó el llenado de grano, siendo el factor más negativo la pradera naturalizada, que no pudo reemplazar las bondades de un precultivo de papa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 23.5 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 31.9 qqm ha⁻¹ (360 kg ha⁻¹ N). De acuerdo a estos resultados las dosis de N resultaron ser similares en el rango de 240 (31.6 qqm ha⁻¹) a 360 kg ha⁻¹ N (31.9 qqm ha⁻¹). En el Cuadro 12 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. Según este ajuste cuadrático (Cuadro 12), la DOF fue de 333.8 kg ha⁻¹ de N anual, con un rendimiento máximo de 31.9 qqm ha⁻¹. De acuerdo al proceso de optimización detallado anteriormente, la DOE estimada fue de 225.8 kg ha⁻¹ de N anual (Cuadro 13), alcanzando un rendimiento óptimo de 31 qqm ha⁻¹. En base a los resultados obtenidos, se realizó un análisis de eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado. De acuerdo a estos resultados (Cuadro 13), la EUN disminuyó en función del incremento del N aplicado. Así, la DOE estimada (225.8 kg ha⁻¹ de N anual) alcanzó una alta EUN de 13.7 kg de grano kg de N⁻¹ suministrado. En otras palabras, se necesitaron 7.3 kg de N para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una adecuada eficiencia de conversión.

Cuadro 10. Caracterización química del suelo. Tranapunte, julio 2017.

Parámetro químico	Unidades	0 – 20 cm
P Olsen	ppm	26.1
M. orgánica	%	12.8
pH agua	1 : 2,5	5.9
Ca intercambiable	cmol+/kg	5.18
Mg intercambiable	cmol+/kg	1.29
Na intercambiable	cmol+/kg	0.17
K intercambiable	cmol+/kg	0.79
S. bases intercambiable	cmol+/kg	7.43
Al intercambiable	cmol+/kg	0.13
CICE	cmol+/kg	7.56
Sat. Al	%	1.7

S extractable	ppm	25.2
Zn extractable	ppm	0.51
B extractable	ppm	0.65

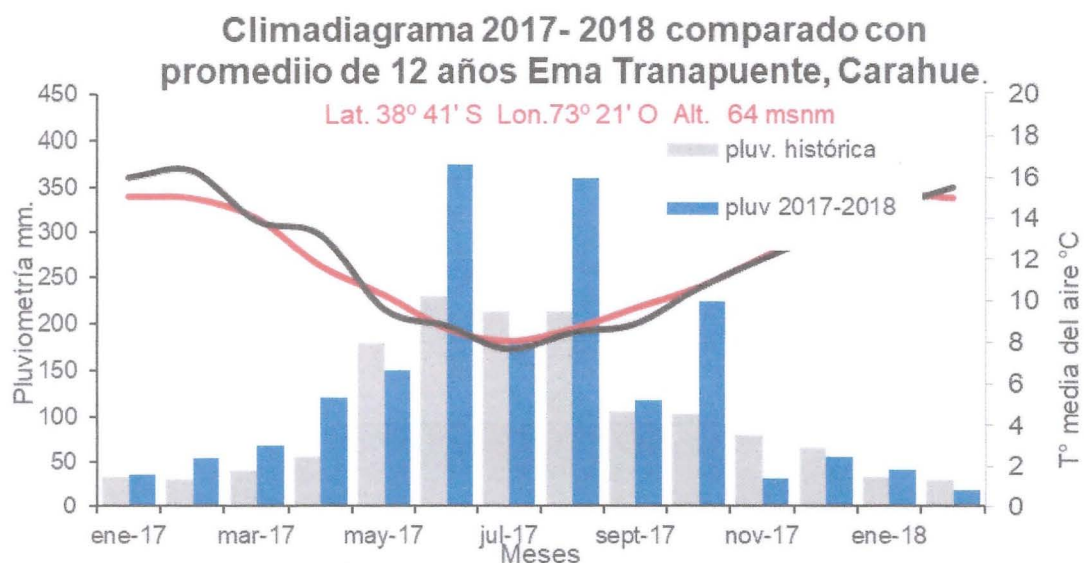


Figura 2. Evolución de parámetros climáticos de la temporada. Tranapunte, 2017- 2018.

Cuadro 11. Efecto de dosis de N en el rendimiento de grano de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	31.9 a
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	31.6 a
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	28.2 ab
1	0	0	23.5 b

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según Prueba de Tukey.
SI: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas; IP: Inicio Panoja

Cuadro 12. Producción de grano de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	23.5	23.4
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	28.2	28.4

Informe técnico final
V 2018-06-29

3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	31.5	31.3
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	31.8	31.8

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 13. Índices eficiencia de uso de N de quinoa Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg grano kg N ⁻¹	Kg N qqm ⁻¹ grano
1	0	0	23.4		
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	28.4	23.7	4.2
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	31.3	13.0	7.7
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	31.8	8.8	11.3
	DOF	333.8	31.9	9.6	10.5
	DOE	225.8	31.0	13.7	7.3

*: **Ajuste cuadrático.** $Y = 23.42 + 0.051X - 0.000076X^2$ ($R^2 = 0.9972$)

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica. Relación de precios: \$550 (kg N-urea) / \$50.000 (qqm quinoa)

Los rendimientos de grano de quinoa BO 76 en la temporada 2017-2018 (Cuadro 14), estuvieron muy por debajo del potencial. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Pero el factor más negativo fue el precultivo de pradera naturalizada, que no pudo reemplazar el precultivo de papa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 29.2 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 37.2 qqm ha⁻¹ (240 kg ha⁻¹ N). De acuerdo a estos resultados las dosis de N resultaron ser similares en el rango de 240 (37.2 qqm ha⁻¹) a 360 kg ha⁻¹ N (36.7 qqm ha⁻¹).

En el Cuadro 15 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. Según este ajuste cuadrático (Cuadro 5), la DOF fue de 324 kg ha⁻¹ de N anual, con un rendimiento máximo de 37 qqm ha⁻¹. De acuerdo al proceso de optimización detallado anteriormente, la DOE estimada fue de 216 kg ha⁻¹ de N anual (Cuadro 16), alcanzando un rendimiento óptimo de 36.1 qqm ha⁻¹. En base a los resultados obtenidos, se realizó un análisis de eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado, y en que EUN disminuyó en función del incremento del N aplicado (Cuadro 16). Así, la DOE estimada (216 kg ha⁻¹ de N anual) alcanzó una alta EUN de 16.7 kg de grano kg de N⁻¹ suministrado. En otras palabras, se necesitaron 6 kg de N para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una adecuada eficiencia de conversión.

Cuadro 14. Efecto de dosis de N en el rendimiento de quinoa BO 76. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	37.2 a
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	36.7 a
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	33.2 ab

1	0	0	29.2 b
---	---	---	--------

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según Prueba de Tukey.
SI: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas; IP: Inicio Panoja

Cuadro 15. Producción de grano de quinoa BO 76. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	29.2	28.9
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	33.2	33.8
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	37.1	36.4
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	36.7	36.9

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 16. Índices de eficiencia de uso de N de quinoa BO 76. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg grano kg N ⁻¹	Kg N qqm ⁻¹ grano
1	0	0	28.9		
2	SI ₃₀ _4H ₄₀ _8H ₅₀ _IP ₀	120	33.8	28.2	3.6
3	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₀	240	36.4	15.2	6.6
4	SI ₃₀ _4H ₉₀ _8H ₁₂₀ _IP ₁₂₀	360	36.9	10.3	9.8
	DOF	324.0	37.0	11.4	8.8
	DOE	216.0	36.1	16.7	6.0

*: Ajuste cuadrático. $Y = 28.99 + 0.0495X - 0.000076X^2$ ($R^2 = 0.9783$)

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica. Relación de precios: \$550 (kg N-urea) / \$50.000 (qqm quinoa)

CONCLUSIONES DE LA GESTIÓN NITROGENADA EN QUINOA.

El análisis comparativo del proceso de optimización y cálculo de las dosis de N con ambos genotipos de quinoas, presentan diferencias importantes en ambas localidades (Carillanca, comuna de Vilcún vs Tranapunte, comuna de Carahue).

En la localidad de Carillanca y durante los tres ciclos de producción (Cuadro17), la quinoa Regalona y el genotipo BO 76 tuvieron como precultivo una rotación intensiva de cereales. Este hecho explica que, tanto las DOE de N estimadas, las producciones de grano obtenidas y las EUN calculadas muestren una variación mínima, tanto en el tiempo como en el espacio.

En la localidad de Tranapunte y a lo largo de los tres ciclos productivos (Cuadro 17), la misma quinoa Regalona y el genotipo BO 76 tuvieron diferentes precultivos, que marcaron dramáticamente sus índices productivos. Así en el ciclo 2015-2016, el precultivo fue un rastrojo de papa donde la DOE de N fue muy baja, con una producción de grano muy alta, alcanzando también una EUN muy elevada.

En el siguiente ciclo productivo (2016-2017), tuvo como precultivo un rastrojo de poroto grano, lo cual determinó un incremento de la DOE de N estimada, y una significativa disminución del rendimiento de grano y de la EUN calculada.

Este fenómeno se profundizó durante el tercer ciclo productivo (2017-2018), donde el precultivo correspondió a una pradera naturalizada de tres años. En esta oportunidad, la DOE de N siguió incrementándose, mientras el rendimiento siguió disminuyendo y en forma paralela se incrementó la EUN.

Adicionalmente al efecto del precultivo sobre la quinoa, también se constató una marcada diferencia productiva entre las dos zonas estudiadas en el proyecto. En la localidad de Carillanca y durante los tres ciclos de producción (Cuadro1), la quinoa Regalona y el genotipo BO 76 requirieron DOE de N más elevadas, alcanzando normalmente rendimientos de grano menores que los obtenidos por este mismo cv. en Tranapunte.

Un panorama similar se visualizó respecto a la EUN de quinoa, evaluada como kg de N suministrado necesarios para producir un qqm de grano. En este caso, normalmente la quinoa producida en Tranapunte (Cuadro 17), requirió menos kg N qqm⁻¹ de grano producido que la misma quinoa producida en Carillanca, considerando el mismo ciclo productivo.

Los resultados productivos y de EUN del cultivo de quinoa alcanzados en estos ambientes de gran contraste (clima y suelo), ponen de relieve la importancia del precultivo para el comportamiento de la quinoa. Estos resultados se explican fundamentalmente por el precultivo utilizado (rastrojo de papa) y el potencial productivo que se manifiesta normalmente en la zona de Tranapunte. En cambio, la zona de Carillanca presenta una rotación intensiva de cereales que genera una menor cantidad y calidad de los residuos aportados al cultivo de quinoa, visualizándose una condición productiva más estable.

Cuadro 17. Producción, DOE y EUN de quinoa Regalona y genotipo BO 76 en dos comunas de La Araucanía.

	CARILLANCA			TRANAPUNTE		
Ciclo Productivo Regalona	DOE N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg N qqm ⁻¹ grano	DOE N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg N qqm ⁻¹ grano
2015-2016	277.2	34.8	8.0	132.7	50.1	2.6
2016-2017	250.5	33.9	7.4	214.7	42.6	5.0
2017-2018	235.6	34.2	6.9	225.8	31.0	7.3
Ciclo Productivo BO 76	DOE N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg N qqm ⁻¹ grano	DOE N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUN Kg N qqm ⁻¹ grano
2015-2016	180	32.1		180	47.9	
2016-2017	288.1	36.6	7.9	240	39.2	6.1

2017-2018	263.2	30.5	8.6	216	36.1	6.0
-----------	-------	------	-----	-----	------	-----

Ensayo de gestión de la parcialización nitrogenada del quinoa Regalona en el valle central de La Araucanía.

Objetivo: evaluar el efecto de fórmulas de parcialización de N sobre el rendimiento y calidad de grano de Quinoa.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la temporada 2017-2018, bajo condiciones de secano, en un andisol de Carillanca y Tranapunte. La metodología, diseño, manejo y evaluaciones del ensayo fue similar a lo indicado para los anteriores. En los Cuadros 1 y 2 se presentan las dosis y parcializaciones de N. Los valores de rendimiento y de proteína de grano se sometieron al análisis de varianza y las medias de tratamientos al test de Tukey.

Cuadro 1. Fórmulas de fertilización de N a la siembra y en algunos estadios de desarrollo de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Nº Trat.	N anual kg/ha	siembra	4 hojas	8 hojas	Inicio panoja
		nitromag	urea	urea	urea
		20 sept.	26 oct.	13 nov.	24 nov.
		N kg ha ⁻¹			
1	0	0	0	0	0
2	240	30	70	70	70
3	240	30	100	0	110
4	240	30	90	120	0

Cuadro 2. Fórmulas de fertilización de N a la siembra y en algunos estadios de desarrollo de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Nº Trat.	N anual kg/ha	siembra	4 hojas	8 hojas	Inicio panoja
		nitromag	urea	urea	urea
		6 Oct.	3 Nov.	16 Nov.	6 Dic.
		N kg ha ⁻¹			
1	0	0	0	0	0
2	180	30	50	50	50
3	180	30	75	0	75
4	180	30	75	75	0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos de grano de quinoa en la temporada 2017-2018 fueron normales en Carillanca, pero nuevamente estuvieron por debajo del potencial. Los rendimientos de grano de la temporada (Cuadro 3), fluctuaron entre 24.3 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 37.2 qqm ha⁻¹ (240 kg ha⁻¹ N, Tratamiento 3). De acuerdo a los resultados las tres parcializaciones evaluadas de la dosis única de N (240 kg ha⁻¹ N) resultaron ser similares en producción de

quinoa. Sin embargo, el tratamiento 4 (Sl₃₀_4H₉₀_8H₁₂₀_IP₀) tiene la ventaja de omitir la parcialización en el estado de Inicio de Panoja. Es importante destacar este resultado puesto que avala la selección de este tratamiento como la gestión más eficiente de parcialización, y que fue utilizada normalmente en los restantes ensayos de fertilización del cultivo de quinoa.

Cuadro 3. Efecto de la gestión de parcialización de dosis de N en el rendimiento de grano de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Tratamiento	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
3	Sl ₃₀ _4H ₁₀₀ _8H ₀ _IP ₁₁₀	240	37.2 a
4	Sl₃₀_4H₉₀_8H₁₂₀_IP₀	240	36.4 a
2	Sl ₃₀ _4H ₇₀ _8H ₇₀ _IP ₇₀	240	32.9 a
1	0	0	24.3 b

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P< 0,05) según Prueba de Tukey.

Sl: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas; IP: Inicio Panoja

En Tranapunte, los rendimientos de grano en la temporada 2017-2018 estuvieron muy por debajo del potencial. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Pero el factor más negativo fue el precultivo de pradera naturalizada, el cual no pudo igualar el efecto del precultivo de papa obtenido en la temporada 2015-2016.

Los rendimientos de grano de la temporada (Cuadro 4), fluctuaron entre 22.8 qqm ha⁻¹ (Testigo sin N) y 29.6 qqm ha⁻¹ (180 kg ha⁻¹ N, Tratamiento 3). De acuerdo a los resultados las tres parcializaciones evaluadas de la dosis única de N (180 kg ha⁻¹ N) resultaron ser similares en producción de quinoa. Sin embargo, el tratamiento 4 (Sl₃₀_4H₇₅_8H₇₅_IP₀) tiene la ventaja de omitir la parcialización en el estado de Inicio de Panoja. Es importante destacar este resultado puesto que avala la selección de este tratamiento como la gestión más eficiente de parcialización, y que fue utilizada normalmente en los restantes ensayos de fertilización del cultivo de quinoa.

Cuadro 4. Efecto de la gestión de parcialización de dosis de N en el rendimiento de grano de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Tratamiento	Desarrollo y parcialización	Dosis N kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
3	Sl ₃₀ _4H ₇₅ _8H ₀ _IP ₇₅	180	29.6
2	Sl ₃₀ _4H ₅₀ _8H ₅₀ _IP ₅₀	180	29.1
4	Sl₃₀_4H₇₅_8H₇₅_IP₀	180	29.0
1	0	0	22.8

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P< 0,05) según Prueba de Tukey.

Sl: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas; IP: Inicio Panoja

Ensayos de Fertilización potásica de la quinoa.

Objetivos:

Evaluar el efecto de dosis de K sobre el rendimiento y calidad de grano de Quinoa.

Estimar las dosis óptimas físicas y económicas para la producción de Quinoa en un andisol sometido a una rotación intensiva de cultivos anuales.

Determinar el efecto de dosis de K en la eficiencia de uso de K por el cultivo de Quinoa.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la temporada 2017-2018, bajo condiciones de secano, en un andisol ubicado en Carillanca y Tranapunte, con la variedad Regalona en dosis de 10 kg ha⁻¹ y a una distancia de 40 cm entre hileras. La siembra se realizó el 20 de septiembre y 6 de octubre de 2017 en Carillanca y Tranapunte, respectivamente. Previo al establecimiento del experimento se colectaron muestras de suelo a 0-20 cm de profundidad para su caracterización química. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con parcelas de 2 x 3 m. En los Cuadros 1 y 2, se indican la dosis de K₂O total, la dosis de K₂O a la siembra y la aplicada en algunos estados del desarrollo de la Quinoa, además de la fuente potásica (KCl). Las fuentes nitrogenadas empleadas fueron nitromag y urea. Todos los tratamientos recibieron a la siembra una fertilización base de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹, localizada en el surco a la forma de superfosfato triple y 1 kg ha⁻¹ de B como boronatrocalcita. También se aplicó al voleo 30 kg ha⁻¹ de N como nitromag. El cultivo de Quinoa recibió una dosis anual de 240 kg ha⁻¹ de N, parcializada (en cuatro y ocho hojas verdaderas).

Se determinó el rendimiento de grano de quinoa (14 % de humedad), a partir de las dos hileras centrales de cada parcela experimental. El material fue segado y procesado con una máquina trilladora estacionaria. Los valores de rendimiento y de proteína de grano se sometieron al análisis de varianza y las medias de tratamientos al test de Tukey.

Cuadro 1. Dosis y fuente de K₂O a la siembra y estadios de desarrollo de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018.

Nº Trat.	K ₂ O anual kg/ha	cv. Quinoa	Siembra	4 hojas	8 hojas
			20 sept.	26 oct.	13 nov.
			K ₂ O kg/ha		
1	0	Regalona	0	0	0
2	60	Regalona	30	30	0
3	120	Regalona	40	80	0
4	180	Regalona	40	80	60

Cuadro 2. Dosis y fuente de K₂O a la siembra y estadios de desarrollo de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Nº Trat.	K ₂ O anual kg/ha	cv. Quinoa	Siembra	4 hojas	6 hojas
			6 oct.	3 nov.	16 nov.
			K ₂ O kg/ha		
1	0	Regalona	0	0	0
2	60	Regalona	30	30	0

3	120	Regalona	40	80	0
4	180	Regalona	40	80	60

RESULTADOS Y DISCUSION

Carillanca: la caracterización química del suelo utilizado se presenta en el Cuadro 3. El sitio ha estado sometido a una rotación intensiva de cultivos bajo labranza tradicional y que anualmente recibe una fertilización nitrogenada principalmente como urea. En general, el suelo presenta altos niveles de P, niveles medios de Ca, Mg y de K de intercambio. Los parámetros de acidez (pH agua, Al de intercambio y Saturación de Al), indican ausencia de limitaciones productivas por acidificación.

Cuadro 3. Caracterización química del suelo. Carillanca, julio 2018.

Parámetro químico	Unidades	0 – 20 cm
P Olsen	ppm	25.6
M. orgánica	%	14.4
pH agua	1 : 2,5	6.2
Ca intercambiable	cmol+/kg	7.13
Mg intercambiable	cmol+/kg	0.66
Na intercambiable	cmol+/kg	0.07
K intercambiable	cmol+/kg	0.39
S. bases intercambiable	cmol+/kg	8.25
Al intercambiable	cmol+/kg	0.03
CICE	cmol+/kg	8.29
Sat. Al	%	0.4

Los rendimientos de grano de quinoa cv. Regalona (Cuadro 4), fueron adecuados. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó en algún grado el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 26.8 qqm ha⁻¹ (Testigo sin K₂O) y 33.7 qqm ha⁻¹ (180 kg ha⁻¹ K₂O). De acuerdo al ANDEVA (Cuadro 4), hubo efecto de la fertilización potásica sobre la expresión de rendimiento de grano del cultivo de quinoa, aunque sin mostrar diferencias entre las dosis mayores.

Es preciso destacar que todos los tratamientos evaluados mostraron un buen nivel productivo de quinoa, lo cual se explica por el contenido de K de intercambio que presentaba el suelo trumao inicialmente (Cuadro 3). De acuerdo a estos resultados, suelos trumaos con una disponibilidad inicial superior a 0.40 cmol+/kg de K intercambiable tendrían una respuesta improbable a la fertilización potásica del cultivo de quinoa.

En el Cuadro 6 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. De acuerdo al ajuste cuadrático de los rendimientos de grano la DOF fue de 441 kg ha⁻¹ de K₂O anual, alcanzando un

rendimiento máximo de 37.5 qqm ha⁻¹. El proceso de optimización estimó una DOE de 319 kg ha⁻¹ de K₂O anual (Cuadro 7) y un rendimiento óptimo de 36.7 qqm ha⁻¹.

El modelo cuadrático distorsionó la DOF estimada (441 kg ha⁻¹ de K₂O) por exceder en demasía los niveles de K₂O evaluados. Como resultado, el modelo también estimó una DOE de K₂O muy alta (319 kg ha⁻¹). Por lo anterior, se estimó más realista fijar como DOE el nivel de 180 kg ha⁻¹ de K₂O, que constituye la dosis máxima estudiada experimentalmente.

La DOE estimada (180 kg ha⁻¹ de K₂O anual) alcanzó una elevada EUN de 18.7 kg de grano por kg de K₂O suministrado. En otras palabras, se necesitaron solamente 5.3 kg de K₂O para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una alta eficiencia de conversión. Estos buenos índices de EUN se alcanzaron a pesar de las restricciones de precipitación que ocurrieron principalmente durante la primavera y verano de la temporada.

Cuadro 4. Efecto de dosis de K₂O en el rendimiento de quinoa. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
4	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₆₀	180	33.7 a
3	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	32.0 ab
2	Sl ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	29.3 bc
1	0	0	26.8 c

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P< 0,05) según Prueba de Tukey.
Sl: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas

Cuadro 5. Producción de grano de quinoa cv. Regalona. Carillanca, 2017-2018

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	26.8	26.7
2	Sl ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	29.3	29.4
3	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	32.0	31.8
4	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₆₀	180	33.7	33.7

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 6. Índices de eficiencia de uso de K₂O de quinoa. Carillanca, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg grano kg K ₂ O ⁻¹	Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano
1	0	0	26.7		
2	SI ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	29.4	49.0	2.0
3	SI ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	31.8	26.5	3.8
4	SI₄₀_4H₈₀_8H₆₀	180	33.7	18.7	5.3
	DOF	441.0	37.5	8.5	11.8
	DOE	180	33.7	18.7	5.3

*:Ajuste cuadrático. $Y = 26.74 + 0.049X - 0.000055X^2$ ($R^2 = 0.9974$).

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica. Relación de precios: \$450 (kg K₂O) / \$50.000 (qqm quinoa)

Tranapunte: La caracterización química del suelo utilizado en este experimento se presenta en el Cuadro 7. El sitio corresponde a una pradera naturalizada de tres temporadas. En general, el suelo presenta altos niveles de P, niveles medios de Ca y elevados de Mg y K de intercambio. Los parámetros de acidez (pH agua, Al de intercambio y Saturación de Al), indican ausencia de limitaciones productivas por acidificación.

Los rendimientos de grano de quinoa en la temporada 2017-2018 (Cuadro 8), estuvieron muy por debajo del potencial. La disminución de las precipitaciones principalmente durante la primavera, afectó el llenado de grano y productividad del cultivo de quinoa. Pero el factor más negativo fue el precultivo de pradera naturalizada, que no pudo reemplazar el precultivo de papa. Los rendimientos de grano de la temporada fluctuaron entre 23.1 qqm ha⁻¹ (Testigo sin K₂O) y 29 qqm ha⁻¹ (120 kg ha⁻¹ K₂O). De acuerdo al ANDEVA (Cuadro 8), hubo efecto de la fertilización potásica sobre la expresión de rendimiento de grano del cultivo de quinoa, aunque sin diferenciarse entre las dosis mayores.

Es preciso destacar que todos los tratamientos evaluados mostraron un nivel productivo de quinoa bastante pobre, a pesar del alto contenido de K de intercambio que presentaba el suelo trumao inicialmente (Cuadro 7). Es probable que el precultivo de pradera naturalizada tenga un efecto relevante en los niveles productivos de la quinoa. De acuerdo a estos resultados, suelos trumaos con una disponibilidad inicial superior a 0.7 cmol+/kg de K intercambiable tendrían una respuesta improbable a la fertilización potásica del cultivo de quinoa.

En el Cuadro 9 se presentan los valores de rendimiento del experimento y los valores ajustados a un modelo de regresión cuadrático. De acuerdo al ajuste cuadrático de los rendimientos de grano la DOF fue de 135.1 kg ha⁻¹ de K₂O anual, alcanzando un rendimiento máximo de 28.7 qqm ha⁻¹. El proceso de optimización estimó una DOE de 113.5 kg ha⁻¹ de K₂O anual (Cuadro 10) y un rendimiento óptimo de 28.5 qqm ha⁻¹.

La DOE estimada (113.5 kg ha⁻¹ de K₂O anual) alcanzó una elevada EUK de 25.1 kg de grano por kg de K₂O suministrado. En otras palabras, se necesitaron solamente 4 kg de K₂O para producir un qqm de quinoa, lo cual indica una alta eficiencia de conversión.

Estos buenos índices de EUN se alcanzaron a pesar de las restricciones de precipitación que ocurrieron principalmente durante la primavera y verano de la temporada.

Cuadro 7. Caracterización química del suelo. Tranapunte, julio 2017.

Parámetro químico	Unidades	0 – 20 cm
P Olsen	ppm	26.1
M. orgánica	%	12.8
pH agua	1 : 2,5	5.9
Ca intercambiable	cmol+/kg	5.18
Mg intercambiable	cmol+/kg	1.29
Na intercambiable	cmol+/kg	0.17
K intercambiable	cmol+/kg	0.79
S. bases intercambiable	cmol+/kg	7.43
Al intercambiable	cmol+/kg	0.13
CICE	cmol+/kg	7.56
Sat. Al	%	1.7
S extractable	ppm	25.2
Zn extractable	ppm	0.51
B extractable	ppm	0.65

Cuadro 8. Efecto de dosis de K₂O en el rendimiento de grano de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹
3	SI ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	29.0 a
4	SI ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₆₀	180	27.9 ab
2	SI ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	26.6 ab
1	0	0	23.1 b

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P< 0,05) según Prueba de Tukey.
SI: siembra; 4H: 4 hojas; 8H: 8 hojas

Cuadro 9. Producción de grano de quinoa cv. Regalona. Tranapunte, 2017-2018.

Informe técnico final
V 2018-06-29

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹	Rendimiento * qqm ha ⁻¹
1	0	0	23.1	22.9
2	Sl ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	26.5	26.9
3	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	29.0	28.6
4	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₆₀	180	27.9	28.0

*: Valores según ajuste cuadrático

Cuadro 10. Índices de eficiencia de uso de K₂O de quinoa. Tranapunte, 2017-2018.

Trat.	Desarrollo y parcialización	Dosis K ₂ O kg ha ⁻¹	Rdto qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg grano kg K ₂ O ⁻¹	Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano
1	0	0	22.9		
2	Sl ₃₀ _4H ₃₀ _8H ₀	60	26.9	44.8	2.2
3	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₀	120	28.6	23.8	4.2
4	Sl ₄₀ _4H ₈₀ _8H ₆₀	180	28.0	15.6	6.4
	DOF	135.1	28.7	21.2	4.7
	DOE	113.5	28.5	25.1	4.0

*:Ajuste cuadrático. $Y = 22.96 + 0.084X - 0.000312X^2$ ($R^2 = 0.9815$).

DOF: dosis óptima física DOE: dosis óptima económica. Relación de precios: \$450 (kg K₂O) / \$50.000 (qqm quinoa)

CONCLUSIONES DE LA GESTIÓN DEL POTASIO.

El análisis comparativo del proceso de optimización y cálculo de las dosis de K con ambas quinoas, presenta diferencias importantes entre los tipos de quinoa evaluadas en ambas localidades.

En Carillanca y durante dos ciclos de producción (Cuadro 11), la quinoa Regalona requirió DOE de K₂O más elevadas, alcanzando normalmente rendimientos de grano menores que los obtenidos por este mismo cv. en Tranapunte.

Un panorama similar se visualizó respecto a la EUK de quinoa, evaluada como kg de K₂O suministrado necesarios para producir un qqm de grano. En este caso, normalmente el cv. Regalona producido en Tranapunte (Cuadro 11), requirió menos kg de K₂O qqm⁻¹ de grano producido que el mismo cv. Regalona producido en Carillanca, con excepción del ciclo productivo 2016-2017.

Una situación parecida se constató con el genotipo BO 76 (Cuadro 11), producido tanto en Carillanca como en Tranapunte.

Cuadro 11. Producción, DOE y EUK de quinoa Regalona y genotipo BO 76 en dos localidades de La Araucanía.

	CARILLANCA			TRANAPUENTE		
Ciclo Productivo Regalona	DOE K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano	DOE K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano
2015-2016	90.7	30.4	3.0	53.0	57.3	0.9
2016-2017	111.5	31.1	3.6	180	31.9	5.6
2017-2018	180	33.7	5.3	113.5	28.5	4.0
Ciclo Productivo BO 76	DOE K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano	DOE K ₂ O kg ha ⁻¹	Rendimiento qqm ha ⁻¹ *	EUK Kg K ₂ O qqm ⁻¹ grano
2015-2016	120	29.5		120	43.8	
2016-2017	166.9	28.5	5.9	188.5	35.3	5.3

Este fenómeno se explica fundamentalmente por el precultivo utilizado y el potencial productivo existente en la zona de Tranapunte. Cuando el precultivo es rastrojo de papa los rendimientos del cultivo de quinoa se elevan considerablemente, en contraste con el precultivo de rastrojo de poroto y de pradera naturalizada.

En los ambientes productivos de Carillanca y Tranapunte las DOE estimadas de K₂O (kg ha⁻¹) dependen principalmente del contenido inicial de K disponible en el suelo. En general suelos con valores superiores a 0.40 cmol+ kg⁻¹ (160 ppm de K disponible) tendrán una respuesta improbable a la fertilización potásica del cultivo de quinoa.

Ensayos de Control de malezas y tolerancia de herbicidas en Quinoa.

Investigador responsable: Jorge Díaz S.

Ayudantes de Investigación: Guillermo Contreras.

Control de Malezas.

Ensayo de control integrado (distancia entre hileras, herbicidas y control mecánico).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizan bajo condiciones de secano en la localidad de INIA Carillanca, comuna de Vilcún, y en el predio Tranapunte de INIA, comuna de Carahue. Este ensayo

Informe técnico final

V 2018-06-29

se realizó durante las tres temporadas del proyecto. En agosto de cada año se realizó el barbecho químico, y a inicios de septiembre se preparó el suelo con arado de vertedera, rastra de disco y vibrocultivador. Se utilizó el cv. Regalona en dosis de 10 kg ha⁻¹ y dos distancias entre las hileras (20 y 40 cm). Las fechas de siembra se realizaron durante la primera y segunda semana de septiembre, según temporada en Carillanca y Tranapunte. La fertilización y manejo sanitario del ensayo están indicados en los informes anteriores. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, siendo el factor principal las distancias entre las hileras (20 y 40 cm) y el subfactor los diferentes tratamientos de control y los respectivos testigos (con y sin malezas), con tres repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 2 x 4 m. Los tratamientos herbicidas se aplicaron con un volumen de agua equivalente a 200 Lt/ha. Las aplicaciones postemergentes se realizaron al estado de desarrollo de entre 4 a 8 hojas verdaderas. El control mecánico consistió en el uso de un implemento manual (simulando un cincel) trabajando a una profundidad de 5 a 7 cm para remover las plántulas de malezas entre las hileras. En los cuadros 1, 2 y 3 se indica los tratamientos de control utilizados durante las tres temporadas de evaluación.

Cuadro 1. Tratamientos herbicidas para evaluar el control de malezas en quinoa sembrada a dos distancias entre hileras. Carillanca y Tranapunte. 2015-2016.

Tratamientos	Dosis (g/ha)	Momento aplicación
Testigo Enmalezado	.....	.....
Metamitron	2500	Preemergencia
Propizamida	1000	Postemergencia
Metamitron - Propizamida	2500 – 1000	Pre y Postemergencia
Metsulfuron metil*	8	Postemergencia
Metamitron -Metsulfuron*	2500 - 8	Pre y Post
Testigo sin Malezas	.....	.....

Cuadro 2. Tratamientos de control de malezas en quinoa sembrada a dos distancias entre las hileras (20 y 40 cm). Carillanca y Tranapunte. 2016-2017.

N°	Tratamientos	Dosis P.C. (g/ha)	Momento aplicación herbicidas
1	Testigo Enmalezado	.....	.....
2	Metamitron	2500	Pre
3	Metamitron	5000	Pre
4	Metamitron + (Triasulfuron)	2500 + (10)	Pre + (Post)
5	Metamitron + (Triasulfuron)	5000 + (10)	Pre + (Post)

6	Triasulfuron	10	(Post)
7	Metamitron + Control mecánico (1 pasada surcador)	5000	Pre
8	Metamitron + (Triasulfuron) + Control mecánico (1 pasada)	5000 + (10)	Pre + (Post)
9	Control mecánico (2 pasadas surcador)	.....	.....
10	Testigo Limpio	.....	.....

P.C.: producto comercial

Cuadro 3. Tratamientos de control integrado de malezas en quínoa sembrada a dos distancias entre las hileras (20 y 40 cm). Carillanca y Tranapunte. 2017-2018.

N°	Tratamientos	Dosis P.C. (g/ha)	Momento aplicación herbicidas	Carillanca Fechas	Tranapunte e Fechas
1	Testigo Enmalezado	.....	.....	.....	.....
2	Metamitron	3.500	Pre	11/09	11/10
3	Metamitron - Metamitron	3.500 - 1.750	Pre – dirigida entre hilera	11/09 – 26/10	11/10-3/11
4	Metamitron - Control Mecánico	3.500	Pre - (cincel)	11/09 – (26/10 – 10/11 – 28/11)	11/10- (3/11-20/11)
5	Metamitron - Metamitron - Control Mecánico	3.500 - 1.750	Pre - dirigida - (cincel)	11/09 – 26/10 – (10/11 - 28/11)*	11/10-3/11- (20/11)
6	Control Mecánico	.....	cincel	26/10– 10/11 - 28/11* - 4/12*	3/11 – 20/11-6/12
7	Metamitron – Logran	3.500 - 7,5	Pre - Post	11/09 – 26/10	11/10 -3/11
8	Logran	7,5	Post	26/10	3/11
9	Metamitron - Metamitron - Logran	3.500 - 1.700 - 7,5	Pre – dirigida - Post	11/09 – 26/10	11/10-3/11
10	Testigo Limpio	.....	Varias limpias manuales	1 por mes	1 por mes

P.C.: producto comercial. *: control mecánico solo realizado para la distancia de 40 cm.

Se realizaron evaluaciones visuales de control, se tomaron muestras de 0,5 m² por parcela para determinar la composición botánica, población y biomasa de malezas en cada uno de los tratamientos y sus repeticiones. En febrero se realizó la cosecha de los ensayos, utilizando un tamaño de muestra de 0,8 m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de los resultados se excluyeron los tratamientos que incluían el herbicida metsulfuron en la primera temporada, y a triasulfuron (Logran) en la segunda y tercera

temporada. Esto se debió a que ambos herbicidas mostraron un comportamiento errático desde el punto de vista de su selectividad o tolerancia por parte del cultivo.

Los resultados de la primera temporada indican que metamitron y metamitron seguido de propizamida, presentaron eficacias de control en torno a un 50%, con una leve ventaja en la distancia de 40 cm sobre la de 20 cm. Esto bajos niveles de control, se debió a que los herbicidas no redujeron la población y biomasa de las principales malezas presentes como rábano, quinguilla y verónica (Cuadro 4). Consecuentemente, el rendimiento de la quínoa también respondió según la distancia entre las hileras, y en donde la distancia de 40 cm superó a la de 20 cm en cada uno de los tratamientos, y que este incremento fue cercano a los 8 qq/ha en promedio (Figura 1).

Cuadro 4. Niveles de control (%) sobre la biomasa y población de malezas en quínoa establecida a 20 y 40 cm de distancia entre las hileras y tratamientos herbicidas. Carillanca 2015-2016.

Tratamientos	Dosis (Kg/ha)	Población malezas (%) 1		Biomasa malezas (%) 2	
		20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Testigo Enmalezado		0,0	0,0	0,0	0,0
Metamitron (Pre)	1,75	29,8	49,1	56,1	67,7
Propizamida (Post)	0,5	0,0	0,0	4,8	8,8
Metamitron (Pre) - Propizamida (Post)	1,75 - 0,5	50,8	53,4	57,8	51,7
Testigo sin Malezas		100,0	100,0	100,0	100,0

1: Control sobre la población total de malezas

2: Control sobre la biomasa total de malezas

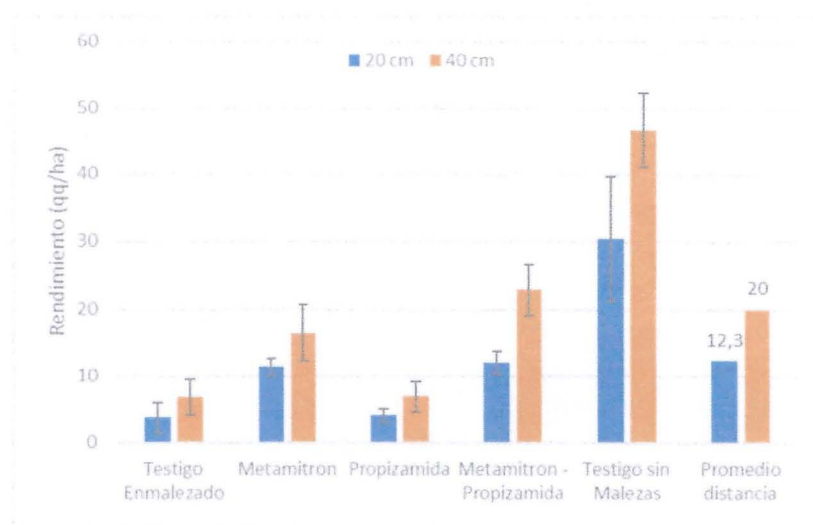


Figura 1. Rendimiento (qq/ha) de la quínoa sembrada a 20 y 40 cm de distancia entre las hileras y tratamientos herbicidas. Carillanca 2015-2016.

Dado la escasa eficacia de los tratamientos evaluados, a la siguiente temporada 2016-2017, se estableció un ensayo para evaluar el herbicida metamitron en premergencia en dosis de 1,75 y 3,5 kg/ha, metamitron complementado con un control mecánico (1 labor) y otro únicamente con control mecánico (2 labores), más los respectivos testigos (con y sin malezas). El control mecánico consistió del paso de un implemento entre las hileras del cultivo que simuló la acción de un cincel trabajando superficialmente (5 a 10 cm de profundidad).

Los resultados indicaron que el tratamiento de metamitron complementado posteriormente con una labor mecánica entre las hileras del cultivo, alcanzó los mayores niveles de control en ambas localidades y con la distancia de 40 cm entre las hileras (Fig 2). Las diferencias entre las localidades, se debió a los mayores niveles de infestación de malezas con especies como rábano, hierba de la culebra y sanguinaria. El herbicida metamitron presentó un buen control en sanguinaria, pasto pinito, calabacillo y quilloi-quilloi; mediano control en porotillo, duraznillo, manzanillon, hierba de la culebra; y escaso a nulo control en rábano, siete venas, chinilla y quinguilla.

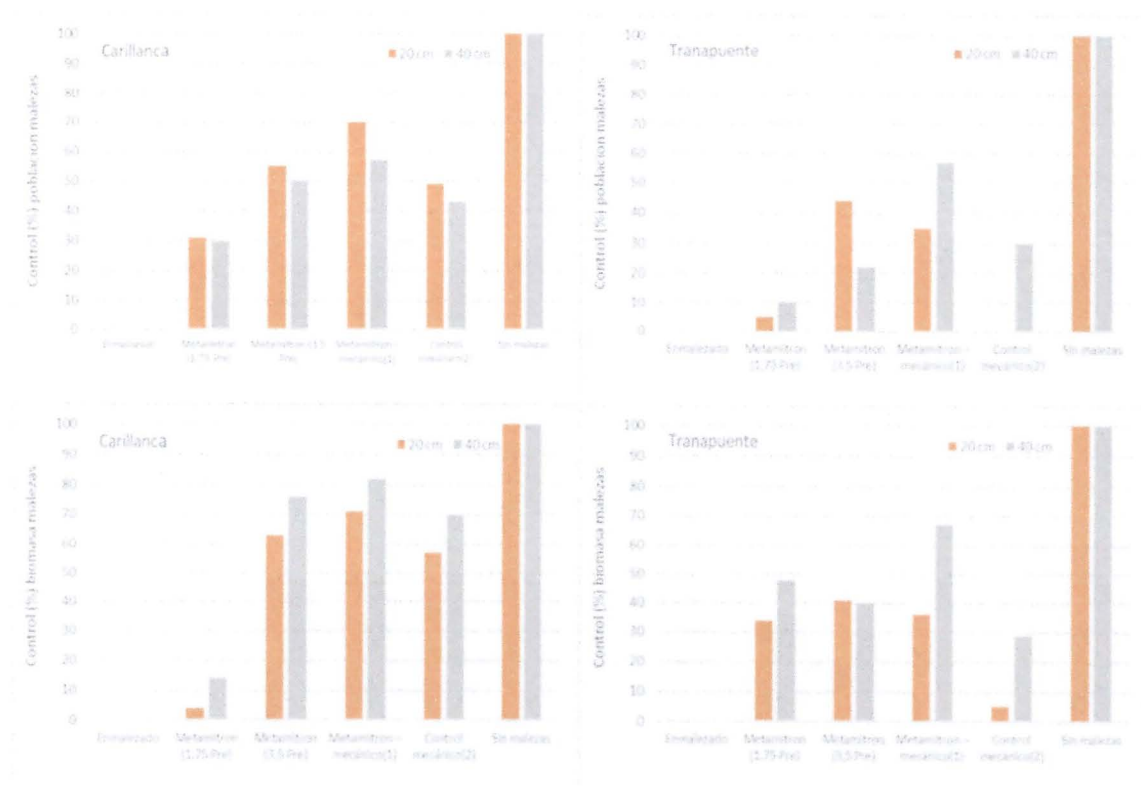


Figura 2. Niveles de control (%) sobre población y biomasa de malezas en quínoa establecida a 20 y 40 cm entre las hileras. Carillanca y Tranapunte 2016-2017.

Las malezas provocaron pérdidas de 12,3 qq/ha (37%) en Carillanca y 19,5 qq/ha (39,5%) en Tranapunte. Los niveles de control ejercidos por los tratamientos más eficaces como metamitron en dosis de 3,5 kg/ha y este herbicida seguido de un control mecánico,

permitieron incrementar los rendimientos entre 3 a 10 qq/ha en Carillanca y Tranapunte, respecto de los testigos enmalezados (Fig 3).

En cuanto al aporte de la distancia entre las hileras del cultivo, se observó una tendencia a un mayor control en la distancia de 40 cm versus la de 20 cm, particularmente en el tratamiento que combina herbicida con mecánico (Fig 2). En cuanto al rendimiento, la distancia de 40 cm fue superior a la de 20 cm en todos los tratamientos de control, particularmente en la localidad de Tranapunte respecto de Carillanca (Fig 3).

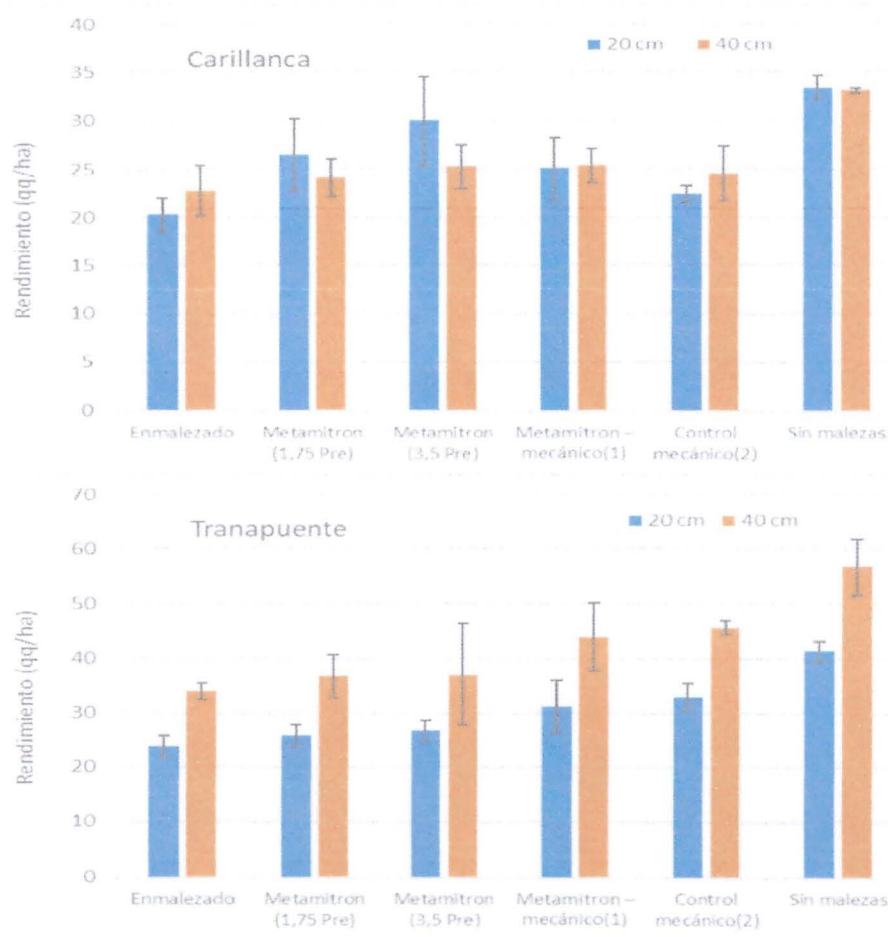


Figura 3. Rendimiento (qq/ha) de la quínoa sembrada a 20 y 40 cm de distancia entre las hileras y tratamientos herbicidas. Carillanca y Tranapunte 2016-2017.

A la siguiente temporada, 2017-2018, los tratamientos evaluados en la localidad de Carillanca presentaron adecuados niveles de control. Se puede destacar a metamitron más otra aplicación entre las hileras y posteriormente complementado con el método mecánico, tratamiento que ejerció niveles de control superiores a un 70% sobre la población y biomasa total de malezas (Cuadro 5). En esta oportunidad, se mantuvo como tendencia que los mayores rendimientos se alcanzaron en la distancia de 40 cm versus

20 cm. En promedio la diferencia fue de más de 4 qq/ha a favor de la distancia de 40 cm (Figura 4). Además, el tratamiento destacado por su eficacia de control (metamitron-metamitron en banda y mecánico), mostró rendimientos entre los 35 a 40 qq/ha, superando al resto de los tratamientos evaluados (Figura 4).

Cuadro 5. Niveles de control (%) sobre la biomasa y población de malezas en quínoa establecida a 20 y 40 cm de distancia entre las hileras. Carillanca 2017 – 2018.

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Población malezas (%) 1		Biomasa malezas (%) 2	
		20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Enmalezado		0,0	0,0	0,0	0,0
Metamitron	3,5	76,4	82,0	50,1	76,0
Metamitron + Metamitron (entre hileras)	3,5 - 1,75	84,5	80,0	69,7	85,0
Metamitron + Control Mecánico	3,5 - 2 labores	16,2	90,0	37,4	90,0
Metamitron - Metamitron (entre hileras) - Control Mecánico	3,5 - 1,75 - 1 labor	91,2	89,0	72,0	89,2
Control Mecánico	3 labores	53,1	78,0	41,3	78,0
Sin malezas		100,0	100,0	100,0	100,0

1: Control sobre la población total de malezas

2: Control sobre la biomasa total de malezas

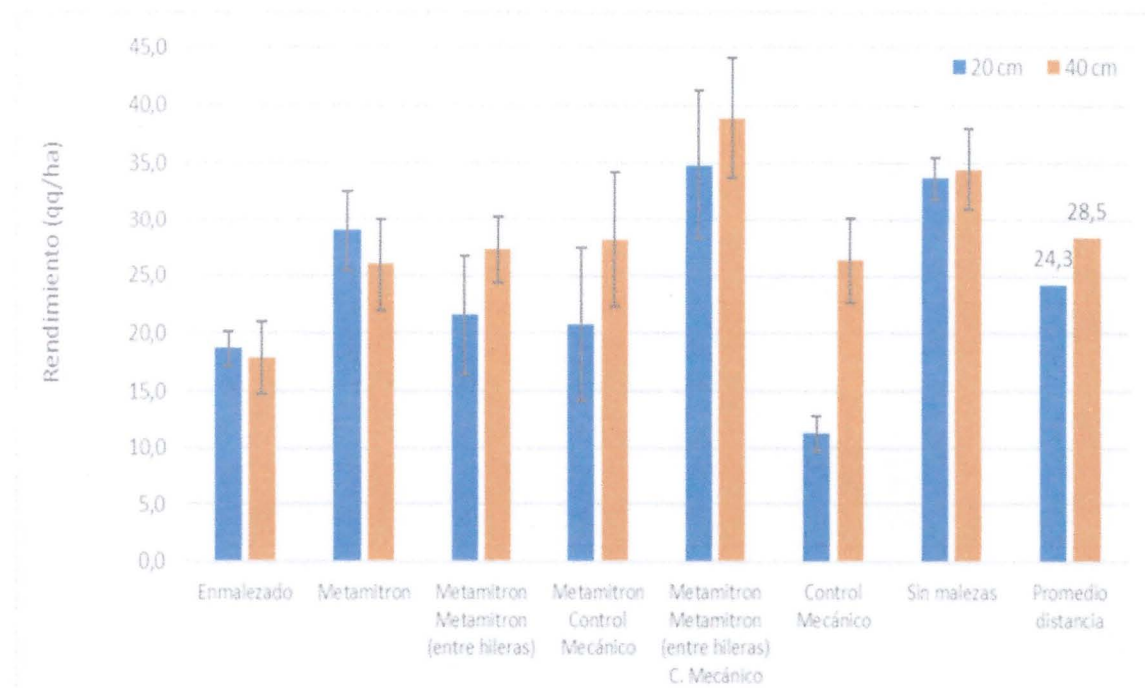


Figura 4. Rendimiento (qq/ha) de la quínoa sembrada a 20 y 40 cm de distancia entre las hileras y tratamientos herbicidas. Carillanca 2017-2018.

CONCLUSIONES

Dada la escasa habilidad competitiva y el largo periodo crítico de competencia de las malezas con el cultivo de quínoa, este requiere de un prolongado tiempo de control de las malezas. Esto se logra con el uso del herbicida metamitron en una dosis de 3,5 kg/ha aplicado en premergencia al cultivo y las malezas. Posteriormente, una vez que este producto pierde efectividad (aproximadamente dos meses), se requiere realizar acciones complementarias que pueden ser con aplicación del herbicida entre las hileras del cultivo, y/o control mecánico.

Ensayo de control mecánico.

Objetivo: Determinar la eficacia de diferentes implementos mecánicos y secuencias de uso en el control de malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en Carillanca, y se sembró el 22-09-2017 con la cv. Regalona en dosis de 10 kg/ha y 40 cm de distancia entre las hileras. Los tratamientos mecánicos correspondieron cincel, cincel + cortador, cortador, testigo limpio, cortador + cincel y cortador + cortador. Estos tratamientos se aplicaron sobre una parcela de 4 m de ancho (10 hileras del cultivo) por un largo de 18 m (parcela de 64 m²). Los tratamientos e implementos utilizados se indican en la Fig. 5 y Foto 1. Cada uno de estos tratamientos se realizaron en tres oportunidades en las fechas de 25/10, 10/11 y 27/11. Se realizaron evaluaciones de malezas el 25/10/2017 correspondientes a población y composición de especies presentes en un marco de 0,5 m² (1 x 0,5 m) en dos muestras por tratamiento. Posteriormente se realizará una segunda evaluación de post-tratamientos.

Complementando a los tratamientos mecánicos, el 30/12/2017 se realizó una aplicación de MCPA (solución al 50%), utilizando un implemento que simulaba un dispositivo de mecha (con una tela de material absorbente y que aplica el herbicida por contacto), dirigido a las malezas (principalmente rábano y yuyo), que por su altura sobrepasaban la canopia del cultivo (Foto 1 c).



Foto 1. Vista de los implementos utilizados; cortador de dos cuerpos (a), rastra de cincel con 4 puntas (b) y dispositivo utilizado como aplicador de mecha (c).



Figura 5. Esquema de los implementos y combinaciones en tándem evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza del estudio arrojó los resultados presentados en el Cuadro 6. Los coeficientes de variación fueron altos para las evaluaciones realizadas en malezas, pero que son propios de una condición de infestación natural. En el caso de rendimiento, la variación fue baja lo que otorga confiabilidad a los resultados obtenidos. Todos los tratamientos, con excepción del azadón oscilatorio, disminuyeron de forma importante la población de malezas, y que superó el 70% de control cuando este implemento se repitió en dos oportunidades. Si bien malezas como el rábano y yuyo, escapan al control de estos implementos al ubicarse sobre la hilera del cultivo, los niveles de control logrados permitieron alcanzar un rendimiento significativamente similar al testigo limpio y superior al resto de los otros tratamientos de control (Cuadro 6).

Cuadro 6. Respuesta a tratamientos de control mecánico. Población y biomasa total de malezas, eficacia de control y rendimiento de la quínoa. Carillanca 2017-2018.

Trat.	Tratamiento	Población (n°/m ²)	Control (%)	Biomasa (g/m ²)	Control (%)	Rendimiento (qq/ha)
1	Rastra horquilla	62,7 c	85	870 b	54	15,7 c
2	Rastra horquilla + azadón oscilatorio	36,3 c	91	657,4 b	65	13,0 cd
3	Azadón oscilatorio	180 b	57	663,3 b	65	11,2 d
4	Testigo Limpio	0 c	0	0 c	100	28,4 a
5	Azadón oscilatorio + rastra horquilla	60,3 c	86	834,7 b	56	20,2 b
6	Azadón oscilatorio + azadón oscilatorio	33,7 c	92	512,4 b	73	25,2 a
7	Testigo enmalezado	416,0 a		1884,5 a	0	9,5 d
	Nivel de Significancia	***		***		***
	CV (%)	50,5		33,1		13,7

Nota: la evaluación de población y biomasa de malezas se realizó el 9/01/2018.

Al momento de realizar el paso de los implementos, se observó que la rastra de horquilla no tenía una buena capacidad para desarraigar las malezas del suelo, particularmente rábanos y yuyos con varias hojas y una raíz profundizadora en desarrollo. Además, el suelo húmedo disminuye el efecto de control, ya que las malezas desarraigadas pueden volver a unirse al suelo y retomar su crecimiento. Por otra parte, si bien el azadón oscilatorio eliminó las malezas mediante un corte (separando parte aérea de la raíz), se

constató que el mecanismo de corte rápidamente se satura con suelo y restos de las malezas cortadas, requiriendo una constante limpieza que retrasaba el trabajo a realizar.

CONCLUSIONES

Las labores mecánicas realizadas entre las hileras proporcionan y contribuyen a un control efectivo de malezas en el cultivo de la quínoa. Su eficacia va a depender de los implementos utilizados, tipo y desarrollo de las malezas presentes, condiciones del suelo (humedad, presencia de terrones y residuos), desarrollo del cultivo y de los costos económicos asociados a estas labores.

Tolerancia de la quínoa a tratamientos herbicidas.

Objetivo: determinar la selectividad de tratamientos herbicidas aplicados en pre y postemergencia al cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

En los siguientes cuadros (7, 8 y 9) se indican los tratamientos herbicidas evaluados, correspondientes a un total de 10, 19 y 20 para las temporadas 2015-2016, 2016-2017 y 2017-2018, respectivamente. Estos se aplicaron en preemergencia, postemergencia y secuencias pre y postemergencia al cultivo. Las aplicaciones de postemergencia fueron con la quínoa siempre al estado vegetativo (4 a 8 hojas). La aplicación en banda de metamitron es entre las hileras y dirigida al suelo, sin contactar al cultivo.

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 2 x 2 m. Los herbicidas se aplicaron con un volumen de agua equivalente a 200 L/ha. Se realizaron evaluaciones visuales de fitotoxicidad de los tratamientos durante el desarrollo del cultivo, utilizándose la escala EWRS, en que 0 significa sin daño y 100 muerte de planta. También se ha evaluado el estand de plantas y altura, en las hileras centrales de cada parcela. El rendimiento de cada tratamiento se obtuvo de una muestra de 0,8 m².

Cuadro 7. Tratamientos herbicidas evaluados (10) en dos localidades (Carillanca y Tranapunte). Temporada 2015-2016.

Temporada 2015-2016

Tratamientos herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento aplicación
Metamitron	1.750	Preemergencia
Propizamida	500	Postemergencia
Metamitron - Propizamida	1.750 - 500	Pre - Post
Metsulfuron metil	4,8	Post
Metamitron -Metsulfuron	1.750 - 4,8	Pre - Post
Triasulfuron	7,5	Post
Metamitron – triasulfuron	1.250 - 7,5	Pre - Post
Flucarbazone	17,5	Post
Flucarbazone	35	Post
Flucarbazone	70	Post

Cuadro 8. Tratamientos herbicidas evaluados (19) en dos localidades (Carillanca y Tranapunte). Temporada 2016-2017.

Temporada 2016-2017

Tratamientos herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento aplicación
Metamitron	3.500	Pre
Metamitron	5.000	Pre
Metamitron - Metamitron	3.500 - 1.750	Pre - En banda
Metamitron	1.750	En banda
Metamitron - Triasulfuron	3.500 - 7,5	Pre - Post
Metamitron - Triasulfuron	5.000 - 7,5	Pre - Post
Triasulfuron	7,5	Post
Triasulfuron	33,75	Pre
Pendimetalin	1.800	Pre
Clomazone	144	Pre
Prosulfocarb	4.000	Pre
Prosulfocarb / Metolacoloro	2.800 / 420	Pre
Propisoclor	1.440	Pre
Metazaclor	1.000	Pre
Rimsulfuron	25	Pre
Rimsulfuron	25	Post
Halosulfuron	75	Post
Triflusalufuron	22,5	Post
Fenmedifan/desmedifan/etofumesato	187,5 / 62,5 / 377,5	Post

Cuadro 9. Tratamientos herbicidas evaluados (20) en dos localidades (Carillanca y Tranapunte). Temporada 2017-2018.

Temporada 2017-2018

Tratamientos herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento aplicación
Metamitron	3.500	Pre
Metamitron	5.250	Pre
Metamitron - Metamitron	3.500 - 1.250	Pre – en banda
Metamitron	1.250	en banda
Prosulfocarb	2.000	Pre
Prosulfocarb	4.000	Pre
Prosulfocarb / Metolacoloro	1.400 / 210	Pre
Prosulfocarb / Metolacoloro	2.800 / 420	Pre
flumioxazin	15,5	Pre
flumioxazin	25	Pre
flumioxazin	50	Pre
Rimsulfuron	25	Pre
Clomazone	72	Pre
Clomazone	144	Pre
flufenacet / flurtamona / diflufenican	24 / 24 / 24	Pre
flufenacet / flurtamona / diflufenican	48 / 48 / 48	Pre
flufenacet / flurtamona / diflufenican	96 / 96 / 96	Pre
Triasulfuron	7,5	Post
metsulfuron	4,8	Post
triflusalufuron	22,5	Post

Durante la temporada 2017-2018, se adicionó un ensayo específico con tres herbicidas de la familia sulfonilureas, correspondientes a los herbicidas metsulfuron, triasulfuron y

triflusalufuron, y aplicados en quinoa cv. Regalona en dos localidades y bajo dos condiciones ambientales: alta temperatura y radiación (medio día) y baja temperatura y radiación (durante en la tarde del día) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Momento de aplicación de herbicidas postemergentes en quinoa cv Regalona. Carillanca y Tranapunte 2017-2018.

Trat.	Herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento de Aplicación	Hora del día
1	Testigo	.....	Sin herbicida	
2	Triasulfuron	7,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30 -12:00
3	Metsulfuron	4	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30 -12:00
4	Triflusalufuron	22,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30 -12:00
5	Triasulfuron	7,5	Baja temperautura y radiación ambiental	18:30-19:00
6	Metsulfuron	4	Baja temperautura y radiación ambiental	18:30-19:00
7	Triflusalufuron	22,5	Baja temperautura y radiación ambiental	18:30-19:00

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los diferentes herbicidas se presentan según temporada, momento de aplicación y localidades.

En la temporada 2015-2016 destacaron como selectivos los tratamientos con metamitron en preemergencia y propizamida de postemergencia, es decir no causaron síntomas visibles de fitotoxicidad, no disminuyeron la población y altura de plantas de quinoa, y presentaron rendimientos similares al testigo sin herbicida (Figura 6). Mientras que los herbicidas de postemergencia como metsulfuron y triflusalufuron mostraron niveles intermedios de daño, y se descartó el herbicida flucarbazone por su alta fitotoxicidad al causar muerte de plantas (datos no presentados).

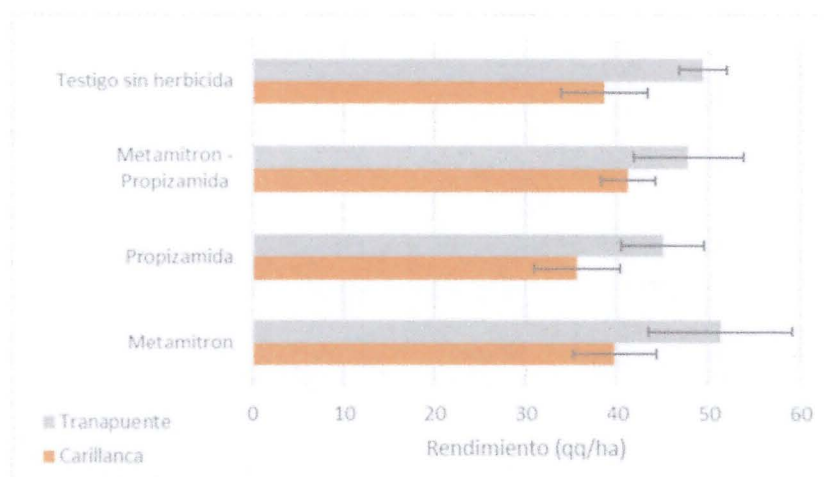


Figura 6. Rendimiento (qq/ha) de tratamientos herbicidas con metamitron de preemergencia y propizamida de postemergencia. Temporada 2015-2016.

En la temporada 2016-2017, de los 19 tratamientos evaluados, solamente los herbicidas metamitron (Figura 7) y triflusaluron (Figura 8) fueron selectivos o tolerados por Regalona y el genotipo BO 76. Los tratamientos con estos herbicidas no presentaron síntomas visuales de fitotoxicidad, no declinó la población y la altura de las plantas, y se alcanzaron rendimientos significativamente similares al testigo sin herbicida.

Por otra parte, por los altos niveles de fitotoxicidad y daño, que comprometieron la población, altura y rendimiento de la quínoa, se descartaron los herbicidas triasulfuron, pendimetalin, clomazone, prosulfocarb, prosulfocarb/metolacolor, propisoclor y metazaclor aplicados de preemergencia, junto con rimsulfuron, halosulfuron y fenmedifan/desmedifan/etofumesato aplicados de postemergencia.

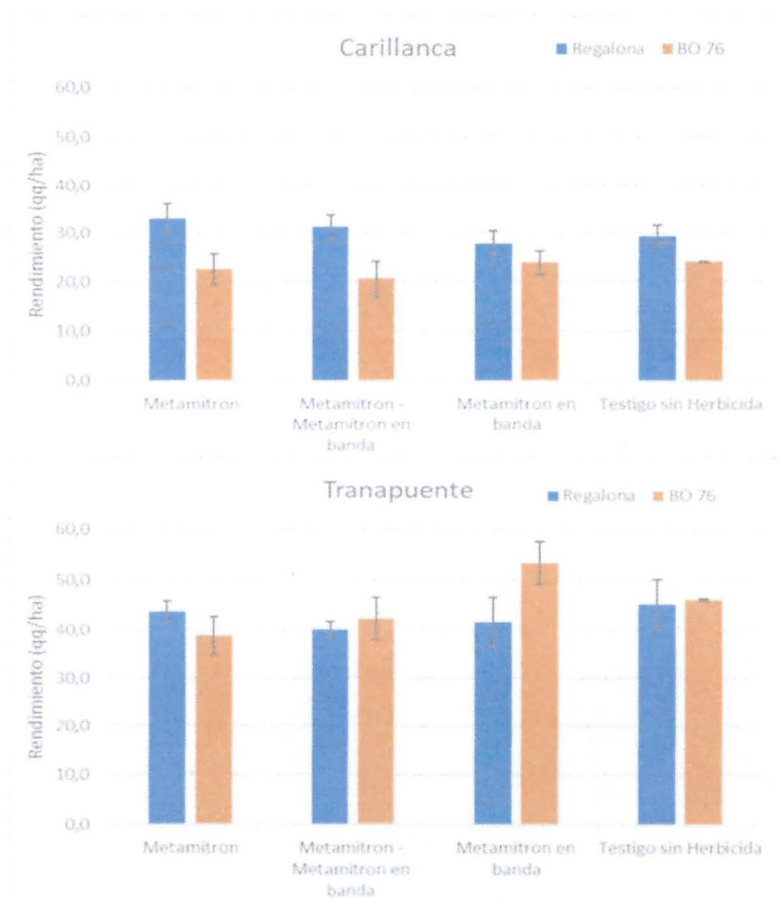


Figura 7. Rendimiento (qq/ha) de tratamientos herbicidas con metamitron de preemergencia y aplicado en banda entre las hileras del cultivo. Temporada 2016-2017.

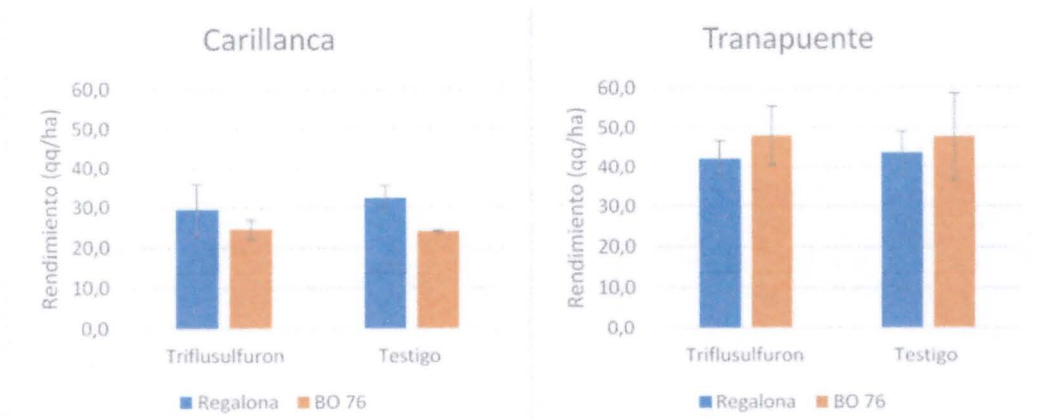


Figura 8. Rendimiento (qq/ha) de tratamiento herbicida con triflurosulfuron de postemergencia a la quínoa. Temporada 2016-2017.

En la temporada 2017-2018, de los 20 tratamientos evaluados el herbicida metamitron aplicado en preemergencia, al momento de la siembra y entre las hileras del cultivo (Figura 9) en Regalona y genotipo BO 76. La quínoa ha mostrado una respuesta similar a determinados tratamientos herbicidas a lo largo de tres temporadas, correspondientes a metamitron en preemergencia (dosis de 1.250 a 3.500 g/ha).

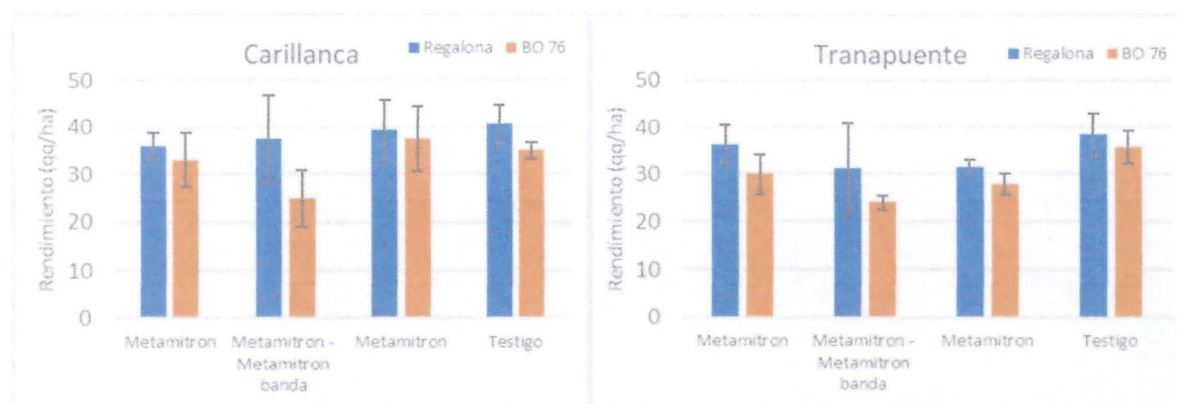


Figura 9. Rendimiento (qq/ha) de tratamientos herbicidas con metamitron de preemergencia y aplicado en banda entre las hileras del cultivo. Temporada 2017-2018.

La quínoa cv Regalona, se vio afectada en los parámetros evaluados a los herbicidas aplicados en dos condiciones contrastante durante el día (Cuadro 11 y 12). Los coeficientes de variación están dentro de rangos normales, por cuanto otorgan confiabilidad a los resultados obtenidos. El herbicida metsulfuron, en ambas localidades y condiciones afectó reduciendo significativamente la altura y población de plantas, longitud de la panoja (solo Carillanca) y el rendimiento. En el caso de triasulfuron, el parámetro respuesta que se redujo significativamente fue la altura de plantas, mientras que el rendimiento fue significativamente menor en la condición de alta temperatura y radiación ambiental. En Carillanca y en la otra condición en Tranapunte. Finalmente, solo triflurosulfuron mantuvo un comportamiento selectivo en ambas localidades y en las dos

condiciones ambientales, donde todos los parámetros evaluados fueron significativamente similares al testigo sin herbicida.

Cuadro 11. Respuesta de la quínoa en altura de plantas, población de plantas, longitud de panoja y rendimiento a herbicidas en dos condiciones ambientales. Carillanca 2017-2018.

N°	Herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento de Aplicación	Hora del día	Altura Planta (cm)	Población Planta (n°/m2)	Longitud Panoja (cm)	Rendimiento (qq/ha)
1	Testigo	.....	Sin herbicida		76,5 a	60,7 a	15,8 a	25,4 a
2	Triasulfuron	7,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	53,9 bc	61,0 a	15,8 a	18,8 b
3	Metsulfuron	4	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	44,5 c	20,7 b	14,2 a	13,7 c
4	Triflusalufuron	22,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	75,5 a	56,3 a	16,4 a	25,5 a
5	Triasulfuron	7,5	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	57,9 b	71,3 a	16,4 a	22,0 ab
6	Metsulfuron	4	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	45,5 c	21,3 b	10,6 b	7,1 d
7	Triflusalufuron	22,5	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	76,9 a	66,3 a	16,8 a	25,2 a
Significancia					***	***	***	***
CV					8,6	17,9	8,3	10,9

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), Duncan

Cuadro 12. Respuesta de la quínoa en altura y población de plantas, longitud de panoja y rendimiento a herbicidas en dos condiciones ambientales. Tranapunte 2017-2018.

N°	Herbicidas	Dosis (g/ha)	Momento de Aplicación	Hora del día	Altura Planta (cm)	Población Planta (n°/m2)	Longitud Panoja (cm)	Rendimiento (qq/ha)
1	Testigo	.....	Sin herbicida		85,9 a	97,3 a	10,2	23,7 ab
2	Triasulfuron	7,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	66,5 b	98,3 a	11,3	24,9 a
3	Metsulfuron	4	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	53,1 c	23,7 b	11,5	8,8 c
4	Triflusalufuron	22,5	Alta temperatura y radiación ambiental	11:30-12:00	81,7 a	109 a	10,8	27,3 a
5	Triasulfuron	7,5	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	65,6 b	110 a	11	21,3 b
6	Metsulfuron	4	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	50,3 c	31 b	11,6	5,7 c
7	Triflusalufuron	22,5	Baja temperatura y radiación ambiental	18:30-19:00	83,8 a	109 a	10,1	27,4 a
Significancia					***	***	NS	***
CV					4,9	20,1	8,2	15,3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), Duncan

CONCLUSIONES

Los herbicidas selectivos para el control de malezas en el cultivo de la quínoa son metamitron en preemergencia (aplicar después de sembrar) o entre las hileras del cultivo sin contactar a las plantas de quínoa. En postemergencia, los productos selectivos fueron propizamida y triflusalufuron.

Ensayos de Épocas de siembra en Quínoa.
Investigador responsable: Jorge Díaz S.
Ayudante de Investigación: Guillermo Contreras.

Objetivo: determinar la fecha óptima de siembra del cultivo de quínoa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de se realizaron bajo condiciones de secano, en Vilcún ubicado en el predio de INIA – Carillanca, y otro replicado en Tranapunte. Se utilizó el cv. Regalona en dosis de 10 kg ha⁻¹ y a una distancia de 40 cm entre hileras. En el Cuadro 13 se presentan las fechas de siembra para las localidades de Carillanca y Tranapunte durante las tres temporadas. No siempre fue posible cumplir con precisión las mismas fechas durante las tres temporadas, dado que las condiciones ambientales determinan si es posible o no sembrar, pero cuando ocurrieron, las desviaciones no fueron de gran magnitud.

Cuadro 13. Fechas de siembra según localidad y temporada.

Fechas siembra	Carillanca			Tranapunte		
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Fecha 1	10/09	6/09	7/09	14/09	9/09	6/10
Fecha 2	16/09	21/09	20/09	21/09	28/09	12/10
Fecha 3	24/09	7/10	11/10	28/09	11/10	3/11
Fecha 4	1/10	21/10	25/10	5/10	26/10	15/11

El diseño estadístico fue de bloques al azar con tres repeticiones y parcelas de 3 x 2 m. Las evaluaciones a la fecha han correspondido a consignar la fecha de emergencia del cultivo, población de plantas y determinar rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Cuadro 14) indican que los rendimientos tienden a disminuir en la medida que la fecha de siembra se atrasa para ambas localidades. Estos fueron consistentes durante las tres temporadas, e indica que la fecha a inicios de septiembre sería la más adecuada para la siembra en condiciones de secano. Naturalmente, la ocurrencia de lluvias primaverales puede anular la tendencia, pero sin duda el atraso en la fecha de siembra implica un riesgo para el agricultor que siembra quínoa en condición de secano.

Cuadro 14. Rendimiento de grano (qq/ha) de quínoa cv Regalona, obtenidos con cuatro fechas de siembra, en dos localidades y tres temporadas.

Fechas siembra	Carillanca			Tranapunte		
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Fecha 1	40	22,7	20,5	63	53,4	27,3
Fecha 2	38	9,3	13,9	56	42,3	26,8
Fecha 3	37,5	13	12,5	61,9	47,7	27,6
Fecha 4	37,7	9	6,7	44,3	41,9	16,4

CONCLUSIÓN

Para la región de La Araucanía la fecha de siembra más adecuada de la quínoa es a inicios del mes de septiembre.

Ensayos de riego en Quínoa.

Investigador responsable: Rafael López.

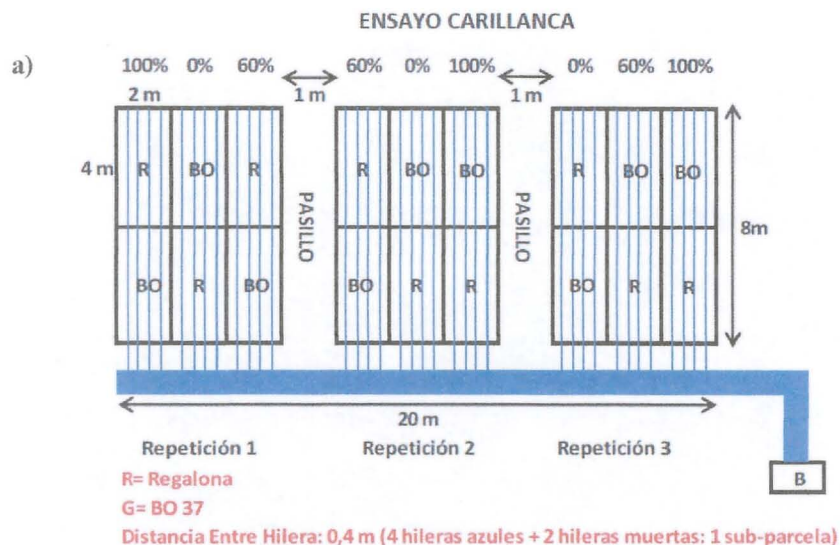
Ayudante de Investigación: Lorena Díaz y Guillermo Contreras.

Objetivo: cuantificar la cantidad de agua de riego a aplicar al cultivo de quínoa.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se establecieron 2 unidades experimentales en la localidad de Carillanca (sector valle central, comuna de Vilcún-Chile: 38°41'34.25" S; 72°24'40.35" O; 189 m.s.n.m.) y en la localidad de Tranapunte (sector costa, comuna de Carahue-Chile: 38°41'23.55"; 73°21'11.62"; 66 m.s.n.m.) durante 3 temporadas agrícolas (2015/16, 2016/17 y 2017/18). Se utilizaron dos genotipos de quínoa: el ecotipo BO 37 y la variedad chilena Regalona BAER. Además, la aplicación de nitrógeno fue parcializado (siembra-4 hojas-6 hojas desplegadas), mientras que el fósforo fue aplicado todo a la siembra y el potasio fue parcializado (siembra-4 hojas desplegadas). Adicionalmente, se incorporó magnesio, azufre y boro a la siembra. Finalmente, se aplicó un herbicida pre-emergente a la siembra y durante el periodo de crecimiento y desarrollo de la quínoa se realizaron algunos manejos manuales de las malezas. No hubo aplicación de pesticidas y plaguicidas a la unidad experimental. El cultivo fue sembrado con un espaciamiento entre hilera de 40 cm a una dosis de siembra de 10 kg/ha en ambas localidades.

Por otro lado, el ensayo de riego-quínoa fue dispuesto en un diseño estadístico de parcelas divididas con 3 repeticiones en la localidad de Carillanca (**Figura 1a**) y Tranapunte (**Figura 1b**). La parcela principal fue el riego con 3 niveles (bien regado; 100%, aplicación del 60% del bien regado; 60% y bajo una condición de lluvia natural; 0%) y la sub-parcela fue el genotipo con 2 niveles (Regalona BAER y BO37).



largo que Regalona BAER, donde a partir del estado panoja emergida el Ecotipo BO37 empieza alargar su ciclo de desarrollo. Además, existe un traslape entre las etapas fenológicas de desarrollo de hojas-formación de yemas laterales y aparición de panícula. Así, el rango promedio del período fenológico completo de Regalona y BO37 fueron aproximadamente de 147 y 161 días, respectivamente. Por su parte, en la localidad de Tranapunte se observaron casi los mismos patrones que en Carillanca, donde BO37 presenta un ciclo de desarrollo más largo comparado a Regalona BAER alargando sus estados desde inicio de floración hacia adelante. Al comparar las dos localidades, se puede observar que hubo un desfase de dos semanas aproximadamente en las ocurrencias de las etapas fenológicas en ambos genotipos. Sin embargo, en la localidad de Tranapunte los estados de crecimiento vegetativo se concentraron principalmente en octubre, mientras que en la localidad de Carillanca estuvieron entre octubre y noviembre. Por su parte las etapas de desarrollo de la quínoa se alargaron más en la localidad de Tranapunte presentándose entre noviembre y enero, mientras que en la localidad de Carillanca se concentraron, principalmente, entre la segunda semana de noviembre y casi todo el mes de enero. Pero específicamente, el llenado de grano (entre cuajado y grano maduro o seco) en la localidad de Carillanca ocurre aproximadamente desde la segunda semana de diciembre hasta la segunda semana de enero para Regalona BAER, mientras que para BO37 esta etapa ocurre entre la tercera semana de diciembre y la primera semana de febrero. Lo anterior indica que BO37 es más tardío que Regalona BAER en ambas localidades evaluadas. Si observamos para la localidad de Tranapunte, el llenado de grano de la quínoa se encuentra aproximadamente entre la tercera semana de diciembre y la segunda semana de febrero para Regalona BAER. Sin embargo, para BO37 esta etapa ocurre entre la cuarta semana de diciembre y la tercera semana de febrero. Así, los altos rendimientos observados en ambos genotipos de quínoa en la localidad de Tranapunte, pudo haberse debido a la mayor duración entre las etapas de cuajado y grano maduro por las condiciones edafoclimáticas (menos seco) teniendo la planta más tiempo de poder llenar el grano comparado a la localidad de Carillanca (más seco).

Cuadro 1. Rangos promedios mensuales de las principales etapas de crecimiento y desarrollo de Regalona y BO37 en Carillanca (valle central) y Tranapunte (costa).

LOCALIDAD DE CARILLANCA		MESES																							
Genotipo	Descripción general	Sept.				Oct.				Nov.				Dic.				Ene.				Feb.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Regalaza BAER	Siembra - emergencia																								
	Emergencia - desarrollo de hojas																								
	Desarrollo de hojas - formación de brotes																								
	Formación de brotes - panoja emergida																								
	Panoja emergida - Inicio de floración																								
	Inicio de floración - Cuajado																								
	Cuajado - grano lechoso																								
	Grano lechoso - grano maduro (listo para cosechar)																								
Ecotipo B037	Siembra - emergencia																								
	Emergencia - desarrollo de hojas																								
	Desarrollo de hojas - formación de brotes																								
	Formación de brotes - panoja emergida																								
	Panoja emergida - Inicio de floración																								
	Inicio de floración - Cuajado																								
	Cuajado - grano lechoso																								
	Grano lechoso - grano maduro (listo para cosechar)																								
Grano maduro - inicio senescencia (planta quinoa)																									

LOCALIDAD DE TRANAPUENTE		MESES																							
Genotipo	Descripción general	Sept.				Oct.				Nov.				Dic.				Ene.				Feb.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Regalaza BAER	Siembra - emergencia																								
	Emergencia - desarrollo de hojas																								
	Desarrollo de hojas - formación de brotes																								
	Formación de brotes - panoja emergida																								
	Panoja emergida - Inicio de floración																								
	Inicio de floración - Cuajado																								
	Cuajado - grano lechoso																								
	Grano lechoso - grano maduro (listo para cosechar)																								
Ecotipo B037	Siembra - emergencia																								
	Emergencia - desarrollo de hojas																								
	Desarrollo de hojas - formación de brotes																								
	Formación de brotes - panoja emergida																								
	Panoja emergida - Inicio de floración																								
	Inicio de floración - Cuajado																								
	Cuajado - grano lechoso																								
	Grano lechoso - grano maduro (listo para cosechar)																								
Grano maduro - inicio senescencia (planta quinoa)																									

Programación de riego de los ensayos: antes de realizar la programación del riego en el cultivo de quinoa, es necesario conocer las propiedades físico-hídricas del suelo como la textura, materia orgánica, densidad aparente y las curvas de retención de humedad gravimétrica (%p/p). Para ello se debe extraer una muestra de suelo por cada estrata en el perfil y enviarlo a un laboratorio especializado. Lo anterior permite determinar la acumulación de humedad del suelo real en cada estrata y del perfil completo de cada lugar. Además, esta información es relevante para la calibración de los sensores de humedad de suelo y cálculo de las frecuencias de riego usando el concepto de capacidad de campo (CC) y punto de marchites permanente (PMP) hasta cierto umbral de agotamiento de la humedad de suelo en el perfil radicular (UR) (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Propiedades físico-hídricas presentes en los suelos de cada localidad evaluada.

Localidad	Textura	MO (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Da (g/cm ³)	CC (%θ)	PMP (%θ)	UR (%)
Carillanca	Franco limoso	13,41	25,0	54,3	20,7	0,79	51,88	26,72	61
Tranapunte	Franco limoso	13,69	6,1	68,3	25,6	0,88	49,10	28,50	61

MO: materia orgánica; Da: Densidad aparente; CC: Capacidad de campo; PMP: Punto de marchites permanente; UR: Umbral de riego de acuerdo a [Garcia \(2003\)](#).

Cabe mencionar que a pesar de que el suelo entre la localidad de Carillanca y Tranapunte son similares, presentan un porcentaje de arena diferente. Esto puede potencialmente influir directamente en la frecuencia de los riegos del cultivo, ya que el suelo de Carillanca presenta un porcentaje de arena mayor que el de Tranapunte pudiendo presentar riegos con una mayor frecuencia. Así, conocer las propiedades físico-hídricas del suelo puede permitir determinar la capacidad de estanque o de almacenamiento de humedad de un suelo, y es un requisito importante para realizar una

adecuada programación de riego en el cultivo de quínoa. Finalmente, una calicata se aconseja realizar en el lugar antes de sembrar, con el propósito de poder observar en el perfil si existe más de una estrata y estimar potencialmente hasta qué profundidad llegarían las raíces del cultivo de quínoa. Si hay más de una estrata de suelo en el perfil se aconseja realizar un análisis de las propiedades físico-hídricas por estrata (textura, densidad aparente, materia orgánica y curva de retención de humedad). Otra opción es sacar un análisis de suelo completo donde además incorpora información de los macro y micronutrientes que sirven para realizar una fertilización racionalizada. Adicionalmente, dentro del perfil de suelo es importante revisar hasta qué profundidad efectiva llegan las raíces de la quínoa durante su ciclo productivo. Ya que de esto depende hasta donde se debe mojar el suelo para mantener una buena humedad en la zona de raíces. Durante las tres temporadas evaluadas la profundidad efectiva y total de raíces en las dos localidades fueron entre 25-30 y 35-40 cm, respectivamente (**Foto 1**).



Foto 1. Profundidad efectiva y total de las raíces en un período de crecimiento y desarrollo del cultivo de quínoa en la localidad de Carillanca.

Registro de variables meteorológicas de interés para los ensayos: antes de empezar a realizar la programación de riego se debe conocer también las tendencias de las variables climáticas de manera diaria. Así, los registros de las variables meteorológicas fueron realizados usando una estación meteorológica automática (EMA) ubicada bajo un pasto verde en referencia con crecimiento activo de acuerdo a propuesto por Allen et al. (1998). La EMA fue utilizada para la determinación de la evapotranspiración de referencia (ET_o), pluviometría total (P_p) y efectiva ($P_{p_{ef}}$) en las dos localidades (Carillanca y Tranapunte). Los datos diarios de ET_o , P_p y $P_{p_{ef}}$ fueron promediados para las tres temporadas evaluadas y se muestran en el **Gráfico 1**. Para la localidad de Carillanca entre siembra (septiembre) y cosecha (febrero-marzo), se pudo observar 7 eventos de precipitación efectiva (eventos diarios sobre 11 mm) (**Gráfico 1a**). Estos eventos son efectivos ya que alcanzan a humedecer la profundidad efectiva de raíces que, en este caso, se alcanzó a

los 25 cm dentro del perfil de suelo. Sin embargo, para la localidad de Tranapunte entre siembra (septiembre) y cosecha (febrero-marzo) se observaron 15 eventos diarios sobre los 11 mm (**Gráfico 1b**), alcanzando un mojamiento de la profundidad efectiva de raíces de 30 cm dentro del perfil de suelo. La cantidad de lluvia promedio efectiva y total desde siembra a cosecha fue de 15 y 374 mm para las tres temporadas en la localidad de Carillanca, respectivamente. Mientras que en la localidad de Tranapunte estos valores fueron de 37 y 425 mm, respectivamente. Así, los eventos de lluvia que no superen los 11 mm no se consideran como aporte de agua natural entre siembra a cosecha en ambas localidades.

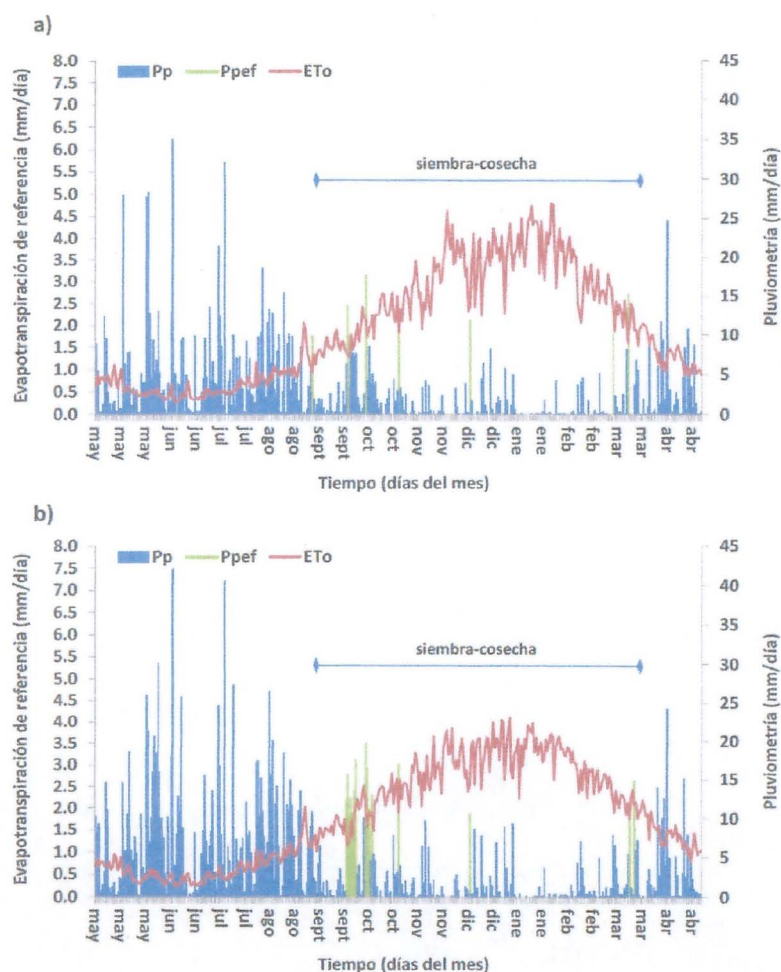


Gráfico 1. Valores promedio diarios de la evapotranspiración de referencia (ETo), pluviometría efectiva y total de las tres temporadas evaluadas en la localidad de Carillanca (a) y Tranapunte (b).

Otro aspecto relevante es que la evapotranspiración de referencia (ETo) en la localidad de Carillanca fue mayor (4,78 mm/día) a la registrada en la localidad de Tranapunte (4,10 mm/día) (**Gráfico 1a y 1b**), alcanzando ambos los valores más altos en enero y coincidiendo con uno de los períodos críticos del cultivo (final del llenado de grano para Carillanca y pleno llenado de grano para Tranapunte). La ETo acumulada promedio

desde siembra (septiembre) a cosecha (marzo) para las tres temporadas, fue de 546 mm en la localidad de Carillanca, mientras que en la localidad de Tranapunte, en el mismo período, fue de 510 mm. Lo anterior indica que existe una mayor demanda hídrica en la localidad de Carillanca (más seca) que en la localidad de Tranapunte (menos seca).

Calibración e instalación de los sensores de humedad de cada ensayo y localidad: antes de empezar los riegos se realizó una calibración de los sensores de humedad de suelo para cada ensayo y localidad durante julio-agosto (**Gráficos 2 y 3**). Para llevar a cabo esta metodología se sacaron bloques de suelo de cada localidad para luego instalar los sensores de humedad en ellos. Se sacaron muestras de suelo en el tiempo el cual fueron pesados y secados para obtener la humedad gravimétrica (%p/p) de cada punto, donde estos valores multiplicados por la densidad aparente se obtuvieron los valores de humedad volumétrica real lo cual fueron contrastados con los valores entregados por los sensores en cada medición. En el caso de haber diferencias se corrigieron a través de una ecuación polinómica de segundo orden. Una vez que los sensores de humedad de suelo evaluados se corrigieron fueron instalados en campo en las diferentes localidades y en los 3 tratamientos de riego (**Foto 2**) a una profundidad de 30 cm donde se concentra más del 80% de las raíces totales de la Quinoa (profundidad efectiva de raíces). Los sensores de humedad de suelo entregan las frecuencias de riego (cada cuántos días correspondería un riego).

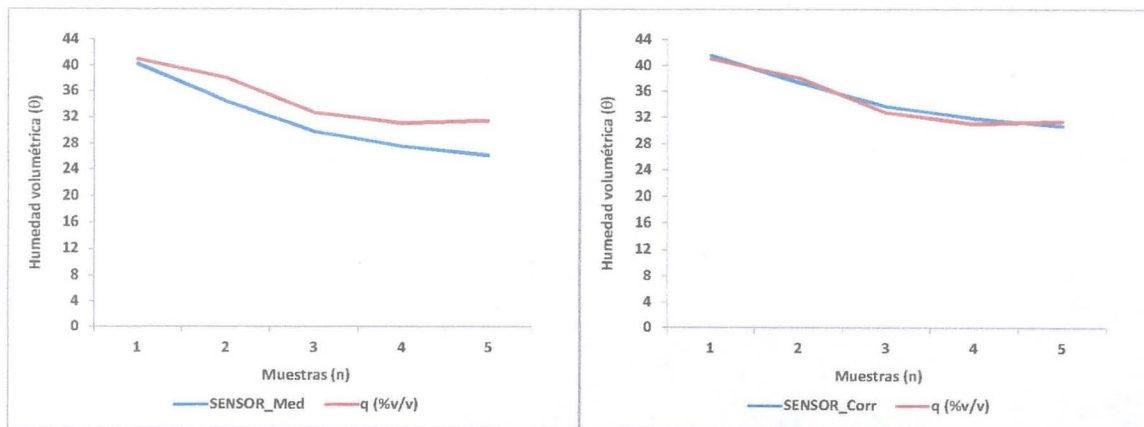


Gráfico 2. Curvas en tiempo continuo de la calibración de los sensores de humedad de suelo en **Carillanca**. Sensores sin corregir (Izquierda) y sensores corregidos (Derecha). Línea azul lectura del sensor sin corregir y línea roja representa el contenido de humedad volumétrico real del suelo realizadas a través de la técnica de gravimetría.

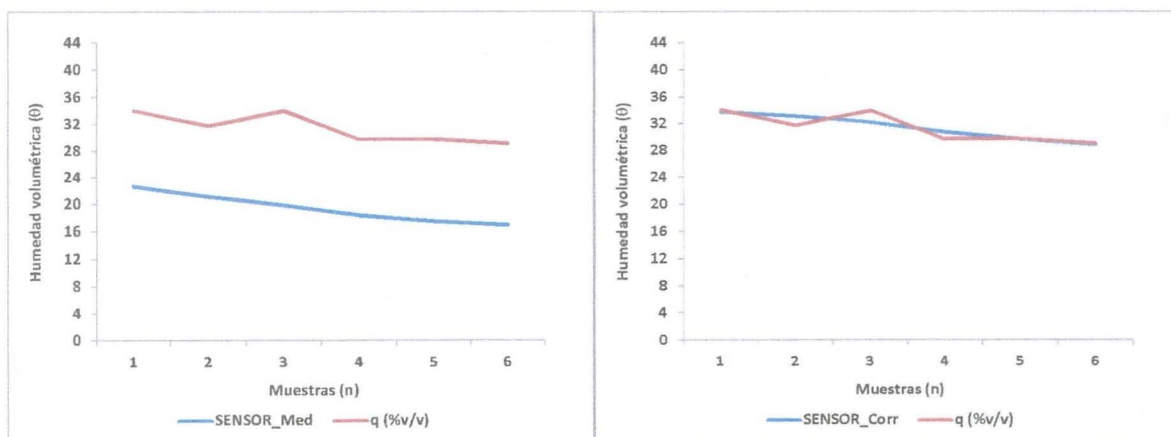


Gráfico 3. Curvas en tiempo continuo de la calibración de los sensores de humedad de suelo en Tranapunte. Sensores sin corregir (Izquierda) y sensores corregidos (Derecha). Línea azul lectura del sensor sin corregir y línea roja representa el contenido de humedad volumétrico real del suelo realizadas a través de la técnica de gravimetría.



Foto 2. Sensores de humedad de suelo instalados en los ensayos de riego. Sector Carillanca (a) y sector Tranapunte (b) para la temporada 2017/2018.

La programación del riego es una metodología que permite determinar el nivel óptimo de riego a aplicar durante todo el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El objetivo es poder optimizar y ser eficaces en el uso del agua para maximizar la producción y calidad del objetivo productivo (principalmente rendimiento en grano). Para determinar de una manera más precisa los requerimientos hídricos de la quínoa, es necesario obtener información específica del suelo, la planta, el clima y el método de riego (**Figura 2**). Una vez que se interacciona la información, se puede definir la cantidad de agua a aplicar (tiempo de riego) y en qué momento aplicarla (frecuencia de riego) durante las diferentes etapas fenológicas de la quínoa (para mayor información consultar López-Olivari, 2016).

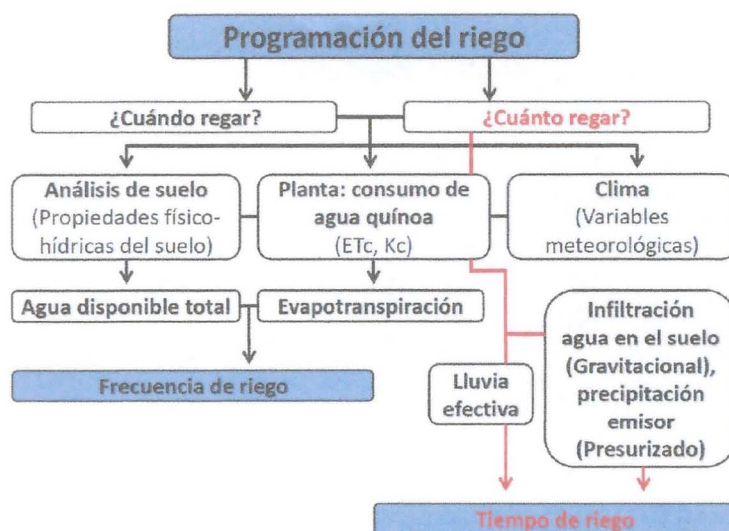


Figura 2. Diagrama de flujo programación de riego en el cultivo de la quínoa considerando la interacción del suelo-planta-clima, lluvia efectiva y método de riego.

La **frecuencia de riego** (Fr) se refiere al momento que debe ser aplicado el agua de riego o cada cuántos días regar el cultivo de quínoa. Para determinar el momento del riego hay que considerar el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (agua disponible total por las plantas) hasta profundidad efectiva de raíces. Lo anterior, depende de variables climáticas (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y precipitación), de cultivo (períodos fenológicos de la quínoa), de suelo (textura y propiedades físico-hídricas del suelo) y del manejo agronómico (densidad de siembra, preparación de suelo, entre otros). A parte de calcular la frecuencia de riego matemáticamente, existe la posibilidad de utilizar sensores de humedad (**Foto 3a y b**) como un indicador y que se instalan en la zona efectiva de raíces. Estos sensores fueron utilizados en las dos localidades para determinar las frecuencias de riego en el cultivo de quínoa. Finalmente, la otra forma es verificar de una manera visual o empírica a través del uso de un barreno o pala después de haber aplicado un riego o después de una lluvia intensa, observando si el agua aplicada (agua de riego o lluvia) ha llegado a la profundidad efectiva de raíces del cultivo.



Foto 3. Sensores de humedad de suelo instalados en los ensayos de riego. Sector Carillanca (a) y sector Tranapunte (b).

Los registros de los sensores de humedad de suelo instalados en las dos localidades para controlar las frecuencias de riego se pueden observar en el **Gráfico 4**. Se puede apreciar que en Carillanca (**Gráfico 4a**) se tuvo que realizar más cantidades de riego que en Tranapunte (**Gráfico 4b**), debido principalmente a condiciones edafoclimáticas. Adicionalmente, desde siembra a cosecha se registraron 9, 10 y 3 eventos de lluvia efectiva sobre 10 mm para Carillanca durante las temporadas 2015/16, 2016/17 y 2017/18, respectivamente. Mientras que para Tranapunte se registraron 10, 8 y 12 eventos sobre 10 mm para las temporadas 2015/16, 2016/17 y 2017/18. Hay que considerar que las frecuencias de riego fueron variables en el tiempo ya que dependen del agotamiento del agua en el suelo.

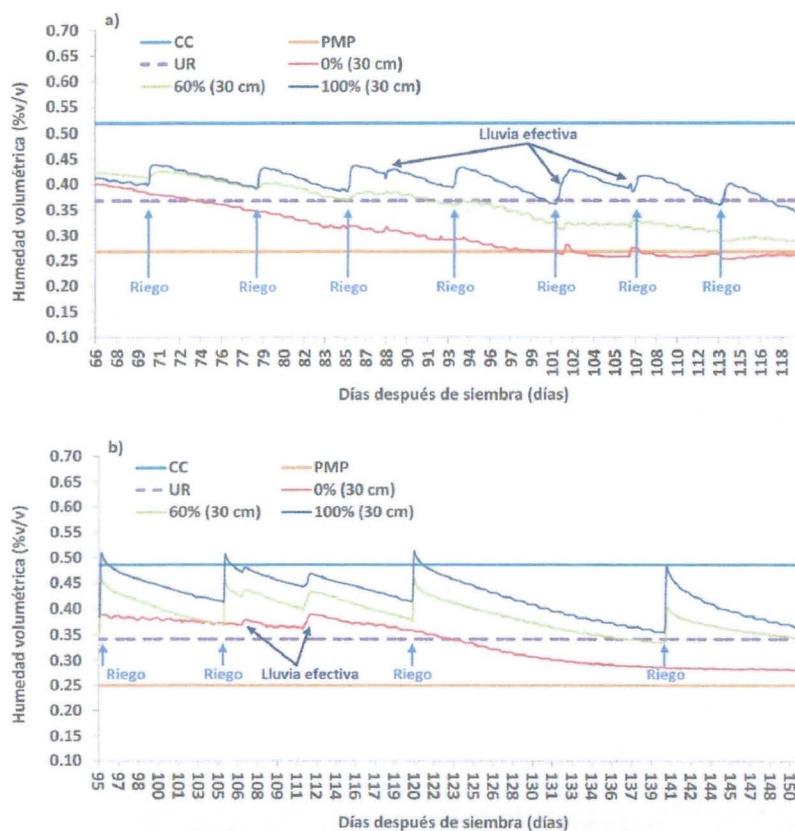


Gráfico 4. Extracto del comportamiento de la humedad volumétrica de suelo durante la temporada de crecimiento y desarrollo de la quínoa en Carillanca (a) y Tranapunte (b). CC: Capacidad de campo; PMP: Punto de marchitez permanente; UR: Umbral de riego; 100% (Bien regado); 60% (aplicación 60% del bien regado) y 0% (Secano). Número entre paréntesis representa la profundidad efectiva de raíces.

En general, las frecuencias de riego estarían entre 5 – 8 días para la localidad de Carillanca y entre 10 – 20 días para la localidad de Tranapunte, dependiendo de los aportes de agua lluvia en cada zona. Al comparar los registros de la humedad presente en el suelo, se puede observar claramente que a pesar de tener la misma textura de suelo en las dos localidades existe una mayor acumulación y persistencia de la humedad en el suelo para la localidad de Tranapunte, debido a que presenta mucho menos

cantidad de arena (**Cuadro 2**). En general estos gráficos presentan variables que nos permiten manejar la frecuencia de los riegos con sólo tener información de las propiedades físico-hídricas del suelo. En este caso, se definió que cuando existiera una pérdida de humedad del suelo de un 61% de la humedad aprovechable total (HA) (HA es la diferencia entre la humedad a capacidad de campo; CC y punto de marchitez permanente; PMP) correspondería regar el cultivo de quínoa. Este 61% de pérdida de la HA es el “Umbral de Riego o Criterio de riego” (Línea punteada de las **Gráficos 4a y 4b**). Esta gran pérdida de humedad está dada porque el cultivo de quínoa es una especie que se adapta bastante bien a la escases hídrica, por lo que en literatura se acepta que estando en esta condición no habría estrés hídrico (García, 2003; Geerts et al., 2008a; Geerts et al., 2009). Adicionalmente, se puede decir que el cultivo de quínoa presenta una mejor respuesta en crecimiento y desarrollo en Tranapunte comparado a Carillanca, debido probablemente a la interacción existente entre las relaciones de suelo-planta-clima.

El **Tiempo de Riego (Tr)** es el período de tiempo que debe permanecer el agua pasando por un surco de riego, goteando o asperjando sobre el suelo para que penetre hasta la profundidad efectiva de raíces de la quínoa. También se puede definir como el número de horas (o minutos) en que el agua debe escurrir sobre el suelo para que pueda infiltrar y mojar la zona radicular efectiva. Para las zonas en donde existe aporte de lluvias en los períodos de crecimiento y desarrollo de la quínoa deben ser consideradas en magnitud, ya que un porcentaje de los requerimientos de agua pueden ser suplidos por estas lluvias. Los tiempos de riego (Tr) pueden ser determinados utilizando varias expresiones o ecuaciones, dependiendo del tipo de método de riego que se utilice. Así, para calcular el tiempo de riego es necesario conocer los mm de agua que la quínoa pierde por la demanda atmosférica (Evapotranspiración de cultivo; mm/día) o los mm de agua que se deben reponer a una profundidad efectiva de raíces (Lámina bruta; mm) y dividirlo por la precipitación del equipo de riego en mm/h (considerar la eficiencia de aplicación del sistema). Durante las tres temporadas agrícolas evaluadas se utilizó un sistema de riego por goteo, donde en cada hilera se instalaron líneas de riego con goteros auto-compensados (goteros que descargan lo mismo entre un rango de presión que se encuentra aproximadamente entre 1 a 3 bares) espaciados a 0,33 m. La descarga de los goteros usados fue de 2 y 1,2 l/h para los tratamientos de bien regado y aplicación de un 60% del agua del bien regado, respectivamente. En este caso los tiempos de riego fueron fijos para reponer la cantidad de humedad perdida entre el umbral de riego (UR) y capacidad de campo (CC). Así, los Tr usados fueron de 2 horas y 50 min (aplicación de 37,7 mm) en la localidad de Carillanca, mientras que 3 horas 10 min (43,2 mm) fue el Tr en la localidad de Tranapunte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Requerimientos hídricos en el cultivo de quínoa: las cantidades de agua que necesita el cultivo de quínoa no está bien definido en el mundo debido a que, principalmente, es un cultivo que se siembra en secano. Sin embargo, como no se sabe las potenciales respuestas que pueda tener este cultivo a la aplicación de agua, especialmente en el sur de Chile, es necesario tener datos cuantificados de las necesidades hídricas. Así, esta información que se presenta en esta sección puede servir potencialmente como una guía para manejar y optimizar el agua de riego para los agricultores y productores que tengan

acceso al riego en el cultivo de quínoa. En el **Cuadro 3** se muestra la cantidad de agua que ha sido aplicada por las lluvias efectivas, los riegos de acuerdo a los criterios entregados previamente y el requerimiento hídrico total por temporada. En general, las cantidades promedios de agua aplicada total (riego + lluvia efectiva) en el cultivo de quínoa en la localidad de Carillanca para las tres temporadas evaluadas fueron de 2.808 y 1.860 m³/ha para los tratamientos de bien regado y 60% del bien regado, respectivamente. Sin embargo, las cantidades promedios de agua aplicada al cultivo para la localidad de Tranapunte fueron de 2.303 y 1.741 m³/ha para los tratamientos bien regado y 60% del bien regado, respectivamente. Adicionalmente, en la localidad de Tranapunte se aplicaron en promedio un 18 y 6,4% menos de agua para los tratamientos bien regado y 60% del bien regado comparado a Carillanca, respectivamente. Así, el cultivo de quínoa en condiciones del Altiplano se ha obtenido aplicaciones de agua de riego cercano a las 2.503 m³/ha bajo condiciones bien regadas (García et al., 2003), mientras que en Turquía se han aplicado valores de agua de riego total entre 1.400 y 3.200 m³/ha (Kaya and Yazar, 2016) y entre 3.200 y 3.830 m³/ha (Lavini et al., 2014) para una condición de bien regado. Sin embargo, en Egipto han encontrado buenos rendimientos con aplicaciones de agua por surco entre 3.955 y 6.921 m³/ha (Algozaibi et al., 2017), mientras que en Bolivia han aplicado 5.480 m³/ha bajo condición de bien regado (Geerts et al., 2008b). Así, las cantidades de agua de riego aplicada en los ensayos en ambas localidades estarían dentro de los promedios existentes en literatura para varias partes del mundo.

Cuadro 3. Requerimientos hídricos totales de agua (riego + lluvia efectiva) según el balance hídrico de suelo durante todo el período de crecimiento y desarrollo del cultivo de quínoa para las localidades de Carillanca y Tranapunte.

Localidad/ temporada	Agua aplicada por riego (m ³ ha ⁻¹)	Agua aplicada por lluvia efectiva (m ³ ha ⁻¹)	Requerimiento hídrico total (m ³ ha ⁻¹)
Carillanca			
2015/2016	2.045 (bien regado)	552	2.597
	1.227 (60% bien regado)	552	1.779
2016/2017	2.045 (bien regado)	696	2.741
	1.227 (60% bien regado)	696	1.923
2017/2018	3.018 (bien regado)	68	3.086
	1.811 (60% bien regado)	68	1.879
Tranapunte			
2015/2016	1.193 (bien regado)	1.173	2.366
	716 (60% bien regado)	1.173	1.889
2016/2017	1.295 (bien regado)	1.098	2.393
	777 (60% bien regado)	1.098	1.875
2017/2018	1.727 (bien regado)	422	2.149
	1.036 (60% bien regado)	422	1.458

Por otro lado, el agua aplicada por lluvia efectiva fue mucho más alta en la localidad de Tranapunte, por lo que el agua aplicada de manera artificial a través del riego fue bastante menor para ambos tratamientos comparado a la localidad de Carillanca. Lo

anterior indica que se debe regar cerca de la mitad el cultivo de quínoa en la localidad de Tranapunte (sector costa) que en la localidad de Carillanca (sector valle central) pero siempre teniendo en cuenta el aporte natural de las lluvias efectivas. Para la localidad de Carillanca, los riegos debieran comenzar a partir del mes de noviembre (estado fenológico desarrollo de hojas) y terminar el riego aproximadamente entre 10 y 15 días antes del estado fenológico de grano maduro (**Cuadro 2 y 4**). Sin embargo, los riegos debieran empezar al final del mes de noviembre (estado fenológico panoja emergida – inicio floración) y terminar aproximadamente entre 10 y 15 días de la etapa de grano maduro.

Cuadro 4. Número de riegos durante todo el crecimiento y desarrollo del cultivo de quínoa para las localidades de Carillanca y Tranapunte.

Localidad/ temporada	Número de riegos (n) (meses)						
	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Carillanca							
2015/2016	-	-	-	2	3	-	-
2016/2017	-	-	1	3	1	-	-
2017/2018	-	-	1	4	3	-	-
Rango	-	-	0 – 1	2 a 4	1 a 3	-	-
Tranapunte							
2015/2016	-	-	-	1	2	1	-
2016/2017	-	-	-	2	1	-	-
2017/2018	-	-	-	2	1	1	-
Rango	-	-	-	1 a 2	1 a 2	0 a 1	-

Rendimiento de grano y riego deficitario en el cultivo de quínoa: Los rendimientos de grano para el cultivo de quínoa obtenidos para las diferentes temporadas agrícolas en la localidad de Carillanca y Tranapunte se muestran en el **Cuadro 5 y 6**. Así, en la localidad de Carillanca y para una condición de bien regado (T1), déficit hídrico (T2) y secano (T3) se pueden obtener valores de rendimiento promedio de 3,8; 3,4 y 2,4 t/ha, respectivamente. Mientras que para la localidad de Tranapunte valores de rendimiento promedio de 5,2; 4,5 y 3,8 t/ha para T1, T2 y T3, respectivamente. Así, los valores más altos en rendimiento fueron observados para la condición de bien regado y los valores más bajos fueron observados bajo una condición de agua de lluvia natural (secano) en ambos ambientes. Sin embargo, para la variedad Regalona y BO37 se pudo obtener para ambos genotipos un valor de rendimiento promedio de todos los niveles hídricos de 3,2 y 4,5 t/ha para la localidad de Carillanca y Tranapunte, respectivamente. Además, el rendimiento de grano podría ser el mismo o levemente inferior con un 40% menos de agua aplicada al cultivo de quínoa, siendo más marcado durante la temporada 2016/2017 (**Cuadro 5 y 6**). Así, estudios de riego deficitario han mostrado que reduciendo el agua

hasta un 50% del bien regado no tiene efecto sobre el rendimiento de la quínoa (Pulvento et al. 2012; Razzaghi et al. 2012). Con respecto a la interacción entre los tratamientos de riego aplicados y los genotipos utilizados no fueron estadísticamente significativos en ninguno de las tres temporadas agrícolas evaluadas en la localidad de Carillanca, pero si hubo una interacción en la temporada 2015/2016 para lo localidad de Tranapunte (**Gráfico 5**). Claramente, BO37 presenta una mayor ganancia en rendimiento de grano en la localidad de Tranapunte, alcanzando porcentajes de 44, 26 y 24% comparado con Regalona para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Finalmente, se puede observar que Regalona fue más estable en el rendimiento de grano durante las tres temporadas agrícolas y para todos los tratamientos de riego aplicados comparado a BO37 en la localidad de Carillanca y Tranapunte. Este comportamiento de estabilidad fue observado en la zona central de Chile para materiales de quínoa del grupo “ecotipo de la costa” BAER y BAER II (Garrido et al., 2013). Además, rendimientos entre 2,0 y 2,5 t/ha han alcanzado en Egipto bajo condiciones de riego (Algosaibi et al., 2017). Así, García et al. (2003) y Geerts et al. (2008b) observaron valores entre 2,1 – 2,9 y 3,7 t/ha en Bolivia para condiciones de bien regado y riego deficitario, respectivamente. En la zona central de Chile, rendimientos entre 1,9 y 2,2 t/ha bajo condiciones de riego (Garrido et al., 2013).

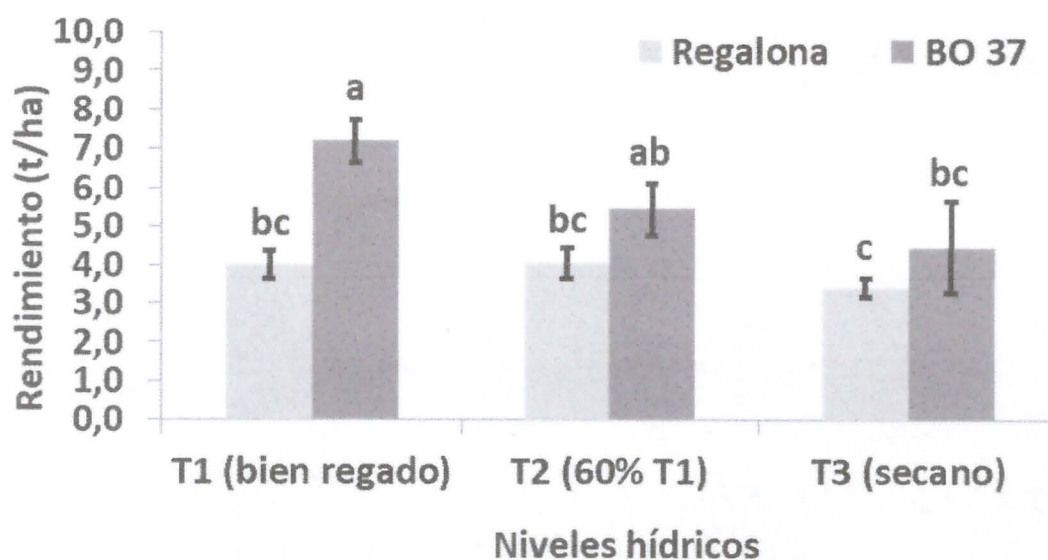


Gráfico 5. Respuesta del rendimiento de grano en el cultivo de quínoa entre los tratamientos de riego aplicados y los genotipos utilizados para la temporada 2015/2016 de acuerdo al **Cuadro 6**. (López-Olivari y Díaz, 2017).

Cuadro 5. Rendimiento en grano a cosecha del cultivo de quínoa para los diferentes niveles hídricos y genotipos para lo localidad de Carillanca durante las tres temporadas agrícolas evaluadas.

	Temporadas		
	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Tratamientos / riego promedio	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento (t/ha)
Niveles de humedad de suelo (NH)			

T1 (bien regado) / 2.808 m ³ /ha	4,6 a	3,1 a	3,8 a
T2 (60% de T1) / 1.860 m ³ /ha	3,9 ab	3,1 a	3,1 ab
T3 (secano) / 439 m ³ /ha	3,6 b	1,8 b	1,8 b
Significancia	*	**	***
Variedad y Ecotipo (VE)			
BO 37	4,5 a	2,6	2,5 b
Regalona BAER	3,6 b	2,7	3,4 a
Significancia	**	n.s.	***
NHxVE			
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Tuckey con un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0,05$). ANDEVA (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s.: no significativo).

Cuadro 6. Rendimiento en grano a cosecha del cultivo de quínoa para los diferentes niveles hídricos y genotipos para la localidad de Tranapunte durante las tres temporadas agrícolas evaluadas.

	Temporadas		
	2015/2016	2016/2017	2017/2018 ^{&}
Tratamientos / riego promedio	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Niveles de humedad de suelo (NH)			
T1 (bien regado) / 2.303 m ³ /ha	5,6 a	5.2 a	4,8
T2 (60% de T1) / 1.741 m ³ /ha	4,7 ab	5.0 ab	3,9
T3 (secano) / 898 m ³ /ha	3,9 b	4.5 b	2,9
Significancia	**	*	n.s.
Variedad y Ecotipo (VE)			
BO 37	5,7 a	5.4 a	2,4 b
Regalona BAER	3,8 b	4.4 b	5.4 a
Significancia	***	***	***
NHxVE			
Significancia	*	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Tuckey con un nivel de confianza $p < 0,05$. ANDEVA (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; n.s.: no significativo). [&]: Para el caso de la última temporada hubo problemas con la germinación de los genotipos.

CONCLUSIONES

Aplicando el agua de riego en los momentos oportunos y en la cantidad necesaria, es posible obtener rendimientos altos comparados a un cultivo de quínoa sembrado bajo una condición de secano. El número de riegos que se debe realizar en cada mes durante la temporada agrícola va a depender del nivel de humedad que presenta el suelo antes de los momentos del riego.

Para las condiciones de costa y valle central de la región de La Araucanía, la quínoa presenta valores de rendimiento con riego muy superiores a las observadas en algunas partes del mundo y en Chile central.

Ensayos de fitopatología en Quínoa.

Investigador responsable: Rafael Galdames G.

Ayudante de Investigación: Eduardo Contreras.

Objetivos:

Determinar las pérdidas ocasionadas por mildiú y evaluar fungicidas para su control.

Elaborar un ranking de niveles de resistencia en genotipos de quínoa.

MATERIALES Y METODOS

Ensayo N°1 (INIA-Carillanca). La siembra se realizó con una sembradora Planet el 11/10/2017. Se empleó una dosis de semilla de 8 Kg/ha. Se fertilizó con 170 Kg N/Há distribuidos en dos parcialidades (30 Kg a la siembra y 140 Kg entre 4-5 pares de hojas), 150 Kg de P₂O₅ a la siembra y 100 Kg de K₂O a la siembra. El control de malezas se realizó con una aplicación (11/10/2017) preemergente de Metamitron 70 WG en dosis de 2,5 Kg/ha. Posteriormente se realizaron dos limpiezas manuales de malezas (13 de noviembre y 12 de diciembre de 2017). El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con 4 repeticiones. Cada tratamiento consistió de parcelas de 6 hileras de 6m de largo y con 0.2 m de separación entre surcos (7,2m² / parcela).

Ensayo N°2 (INIA-Tranapunte). La siembra se realizó con una sembradora Planet el 12/10/2017 en un suelo con papa como cultivo anterior. Se empleó una dosis de semilla de 8 Kg/ha. Se fertilizó con 170 Kg N/ha distribuidos en dos parcialidades (30 Kg a la siembra y 140 Kg entre 4-5 pares de hojas), 150 Kg de P₂O₅ a la siembra y 100 Kg de K₂O a la siembra. El control de malezas se realizó con una aplicación (12/10/2017) preemergente de Metamitron 70 WG en dosis de 2,5 Kg/ha y una aplicación (30/11/ 2017) de Galant Plus (3L/Ha). Adicionalmente se realizaron dos limpiezas manuales de malezas (10 de noviembre y 6 de diciembre de 2017). El diseño experimental, tamaño de las parcelas y evaluaciones para ambos ensayos en ejecución son similares.



	SIN PROTECCION			CON PROTECCION		
R4	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01
R3	V2 BO-01	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER
R2	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01
R1	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01	V3 BO-02	V1 REGALONA BAER	V2 BO-01	V3 BO-02

Figura 1. Diagrama con la distribución de los tratamientos para los ensayos realizados en Vilcún (INIA Carillanca) y Carahue (INIA-Tranapunte), temporada 2017-2018

Cuadro 1. Tratamientos en evaluación Ensayos N°1 y N°2. Temporada 2017-2018.

Genotipo	Tratamientos foliares (Fungicidas)	Núm. aplicaciones	Dosis (L/ha)
Regalona Baer	Sin Protección	-	-
BO-01	Sin Protección	-	-
BO-02	Sin Protección	-	-
Regalona Baer	Con Protección (Zampro/Infinito/Infinito)	3	1.0/2.5/2.0
BO-01	Con Protección (Zampro/Infinito/Infinito)	3	1.0/2.5/2.0
BO-02	Con Protección (Zampro/Infinito/Infinito)	3	1.0/2.5/2.0

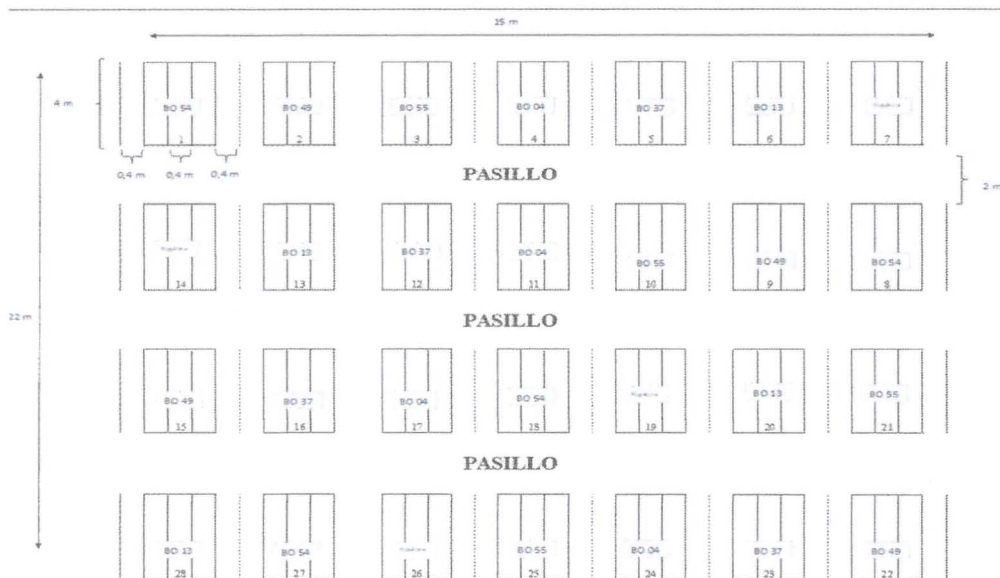
Zampro DM (Ametoctradina+Dimetomorf); Infinito 687.5 SC (Propamocarb + Fluopicolide). Las aplicaciones se efectuaron con una bomba de espalda de accionamiento manual, marca SOLO con un volumen equivalente a 300 L de agua/ha.

En ambos ensayos (N°1 y N°2), las evaluaciones incluyeron notas de infección (expresadas como Índice de severidad de la enfermedad) y la determinación de rendimiento de grano. El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza y test de comparación múltiple de medias, los cuales se realizaron con el software JMP SAS, versión 5.01.

Reacción frente al mildiú y rendimiento de 6 accesiones destacadas por su rendimiento engrano. La evaluación de los materiales superiores en rendimiento se realizó en micro parcelas, de 4 x 2 metros, con cuatro surcos distanciados a 40 cm, y cuatro repeticiones por accesión.

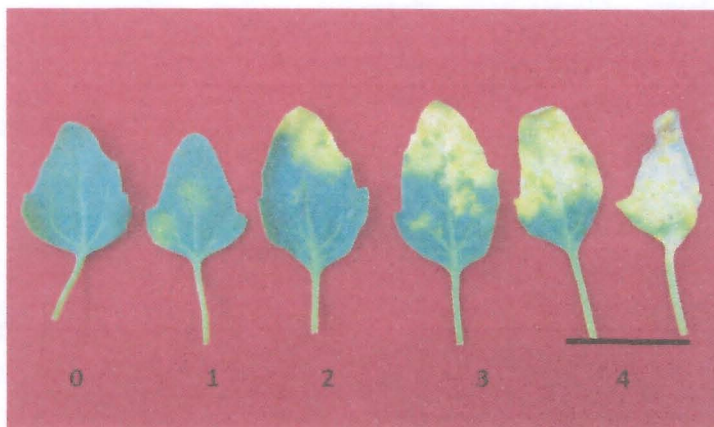
La siembra se realizó en septiembre del 2017. Las semillas de las seis accesiones fueron desinfectadas con una mezcla de insecticida [Donau 25 SC] a dosis equivalente a 250 cc/ 100 kg semillas y fungicida [Acronis] a dosis equivalente a 250 cc/ 100 kg semillas.

Figura 2. Diagrama de la distribución de las accesiones por repetición para el ensayo realizado en Vilcún (INIA Carillanca), temporada 2017-2018



En esta evaluación se registraron notas de infección en dos oportunidades (14/11 y 23/11 de 2017), para 20 plantas individuales por accesión y en cada repetición. La infección se determinó basado en una escala de 0-4, donde: 0=sin síntomas foliares; 1: ≤ 10 %; 2: 11-25 %, 3: 26-50, 4: >50 % (Figura 3). Con los datos se calculó un índice de severidad de la enfermedad (IS, %), el cual corresponde a la media ponderada o al número de plantas según categorías de infección expresado en % (0-100%).

Figura 3. Escala (0-4) empleada para evaluar la incidencia de mildiú en el follaje de las plantas de quinua (0=sin síntomas foliares; 1: ≤ 10 %; 2: 11-25 %, 3: 26-50, 4: >50 % de la superficie afectada).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia del mildiú y evaluación de pérdidas productivas. Los resultados obtenidos durante la temporada 2017-2018, para las localidades de Vilcún (INIA-Carillanca) y Carahue (Tranapunte, Centro Regional de la Papa); se presentan en los cuadros N°2 y N°3

Cuadro N°2. Índice de severidad (IS, %) y rendimiento según cultivar y genotipos (Regalona Baer, BO-01 y BO-22), en el ensayo de evaluación de Incidencia y pérdidas asociadas al mildiú en quinoa (Carillanca-Vilcún, Temporada 2017-2018).

Tratamientos	Dosis (L P.C. /Ha)	Infección Mildiú I.S (%)			RENDIMIENTO (qq/ha)		
		CULTIVAR Y GENOTIPOS			CULTIVAR Y GENOTIPOS		
		Regalona	BO-01	BO-22	Regalona	BO-01	BO-22
Testigo	-	59.5	42.9	44.3	16.24	16.6	16.07
Zampro/Infinito/Infinito	1.0 / 2.5 / 2.0	45.6	37.63	39.5	15.81	18.01	14.26
Probabilidad					0.82 NS	0.40 NS	0.20 NS
Coef. Variación (%)					15.1	11.8	10.2

Cuadro N°3. Índice de severidad (IS, %) y rendimiento según cultivar y genotipos (Regalona Baer, BO-01 y BO-22), en el ensayo de evaluación de Incidencia y pérdidas asociadas al mildiú en quinoa (Carahue-Tranapunte, Temporada 2017-2018).

Tratamientos	Dosis (L P.C./Ha)	Infección Mildiú I.S (%)			RENDIMIENTO (qq/ha)		
		CULTIVAR Y GENOTIPOS			CULTIVAR Y GENOTIPOS		
		Regalona	BO-01	BO-22	Regalona	BO-01	BO-22
Testigo		73.18	60.14	37.62	20.51	18.9	21.58
Zampro/Infinito/Infinito	1.0 / 2.5 / 2.0	48.36	43.62	43.75	21.82	21.23	20.93
Probabilidad					0.33 NS	0.19 NS	0.65 NS
Coef. Variación (%)					7.6	25.0	8.6

Reacción frente al mildiú y rendimiento de 6 accesiones destacadas por su rendimiento en grano. Los resultados parciales según repetición y fecha de evaluación, del Informe técnico final

V 2018-06-29

comportamiento frente al mildú de 6 de las accesiones destacadas por rendimiento, respecto al testigo (Regalona-Baer), se presentan en los cuadros 4-1 y 4-2.

El ranking final del comportamiento de las 6 accesiones frente al mildú se presenta en cuadro 5.

Cuadro 4-1. Comportamiento frente al mildú, expresado como índice de severidad (IS, %), de 6 accesiones de quinoa seleccionadas por su mayor rendimiento, respecto al testigo comercial (Regalona-Baer). 14 de noviembre de 2017.

Accesión Cod Bot	Cód. INIA	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Promedio
BO 54	CQU 389	27.5	7.5	12.5	25.0	18,13
BO 49	CQU 139	16.3	7.5	12.5	13.8	12,53
BO 55	CQU 390	15.0	7.5	21.3	22.5	16,58
BO 04	CQU 101	26.3	46.3	47.5	55.0	43,78
BO 37	CQU 386	7.5	22.5	27.5	33.8	22,83
BO 13	CQU 382	7.5	5.0	15.0	17.5	11,25
Testigo	Testigo	66.3	62.5	66.3	68.8	65,98

Cuadro 4-2. Comportamiento frente al mildú, expresado como índice de severidad (IS, %), de 6 accesiones de quinoa seleccionadas por su mayor rendimiento, respecto al testigo comercial (Regalona-Baer). 23 de noviembre de 2017.

Accesión Cod Bot	Cód. INIA	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Promedio
BO 54	CQU 389	15.0	12.5	40.0	58.7	31,55
BO 49	CQU 139	12.5	10.0	25.0	13.7	15,30
BO 55	CQU 390	10.0	15.0	22.5	12.5	15,00
BO 04	CQU 101	31.25	23.75	50.0	60.0	41,25
BO 37	CQU 386	17.5	33.75	15.0	53.75	30,00
BO 13	CQU 382	27.5	37.5	22.5	23.75	27,81
Testigo	Testigo	65.0	66.25	62.25	62.5	64,00

Cuadro 5. Ranking según nivel de resistencia a mildú de las 6 accesiones destacadas por rendimiento, respecto al testigo (Regalona Baer)

Accesión Cod Bot	Cód. INIA	Fechas de evaluación		Promedio Final
		Nov. 14 de 2017	Nov. 23 de 2017	
BO 49	CQU 139	12.53	15.3	13.915
BO 55	CQU 390	16.58	15	15.79

BO 13	CQU 382	11.25	27.81	19.53
BO 54	CQU 389	18.13	31.55	24.84
BO 37	CQU 386	22.83	30	26.415
BO 04	CQU 101	43.78	41.25	42.515
Testigo	Testigo	65.98	64	64.99

CONCLUSIONES

- Durante la presente temporada (2017-18) y derivado de las evaluaciones de campo realizadas en Vilcún y Carahue, de la variedad Regalona-Baer más dos genotipos (BO-01 y BO-22), bajo una condición de protección con fungicidas vs sin protección, se logró determinar una disminución en la incidencia de la enfermedad pero no un efecto detrimental en el rendimiento de grano.
- La evaluación frente al mildiú de las 6 accesiones destacadas por su rendimiento superior de un total de 125, permitió establecer un ranking de susceptibilidad, identificando desde una menor a mayor susceptibilidad a: BO 49, BO 55, BO 13, BO 54, BO 37, BO 04. El testigo (Regalona-Baer) presenta niveles de susceptibilidad a mildiú superiores a todas las accesiones evaluadas.

Ensayos de entomología en Quínoa.

Investigador responsable: Patricia Navarro

Ayudante de Investigación: Guillermo Contreras y Lorena Díaz.

Objetivo: determinar las plagas asociadas al cultivo de la quínoa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron observaciones (Fig. 1 y 2) a partir de la emergencia de la planta y durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo (octubre-febrero). Se tomaron muestras de hoja, tallo y panoja las que fueron llevadas al laboratorio y procesadas para detección de insectos pequeños o aquellos ubicados al interior de la inflorescencia.

Insectos colectados en campo como larvas, chinches, pupas, escarabajos (del suelo y hoja) fueron llevados al laboratorio en bolsa ziploc. Parasitoides y otros insectos voladores fueron muestreados a través de aspirador entomológico y llevado al laboratorio.

Panojas fueron cortadas justo antes de la cosecha con 10 cm de tallo (Fig. 4) y llevadas al laboratorio para la futura determinación de insectos asociados a la post-cosecha (Fig. 5).

Observaciones de campo fueron realizadas con lupa de campo 30X. Trampa Möericke (Fig. 3) fue establecida en las parcelas de Carillanca y Tranapunte para determinación

de las principales especies de pulgones asociadas al cultivo. Las parcelas de observación no recibieron aplicaciones preventivas ni curativas de insecticida, fungicida ni herbicida. La fertilización correspondió a la genérica realizada por equipo técnico del proyecto para este cultivo. Ambas variedades recibieron el mismo manejo.



Figura 1. Parcelas de observación, comuna de Vilcún predio Carillanca, variedades Regalona-Baer y BO-04-Baer.



Figura 2. Parcela de observación, comuna de Carahue sector Tranapunte.



Figura 3. Trampa Möericke para colecta de áfidos
evaluación



Figura 4. Panojas para
post-cosecha

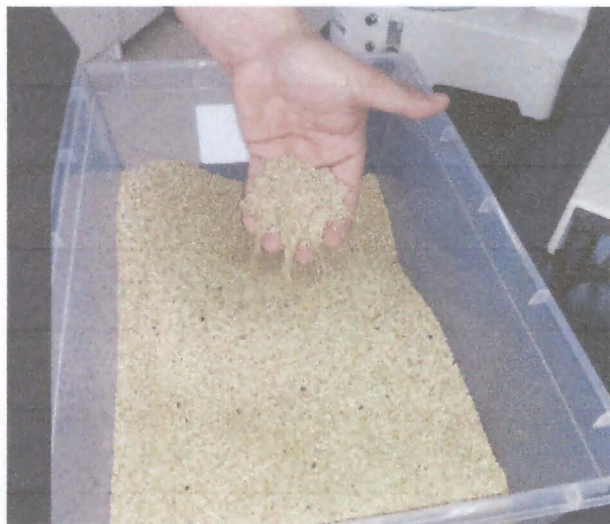


Figura 5. Semilla de quínoa para observación de insectos de post-cosecha

Procesamiento y análisis de muestras en laboratorio: las muestras fueron separadas y mantenidas en etanol al 70% en el caso de escarabajos y chinches. Un grupo de larvas fueron mantenidas en etanol al 90%. Otras larvas fueron mantenidas en plantas de quínoa (variedades Regalona-Baer y BO-04) en maceta hasta llegar a adulto, y realizar la genitalia para identificación de la especie. Ninfas vivas de los diferentes chinches traídos desde el campo fueron mantenidos en plantas de quínoa en maceta hasta lograr obtener el adulto para identificación. Observaciones de insectos fueron realizadas con lupa Nikon modelo smz800 en el laboratorio de entomología de INIA Carillanca.

En el caso de larvas foliares del género *Copitarsia*, se realizó extracción de ADN y PCR para la confirmación de la especie. Pupas de lepidópteros presentes en la panoja y al interior del tallo fueron mantenidas a 14° C para obtener el adulto y su identificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación las principales plagas observadas en cultivo de quínoa, tanto presentes en campo sobre la planta, en el suelo o en post-cosecha.

ORDEN HEMIPTERA

Se observó un alto grado de infestación de chinches en campo, tanto adultos como ninfas, alcanzando a contabilizar hasta 130 chinches por planta. Las poblaciones de chinches aumentan significativamente entre los meses de enero y febrero observándose un grado mayor de infestación en la comuna de Vilcún que en Carahue. Tanto la variedad Regalona-Baer como BO-04-Baer fueron afectadas por estos insectos. Esta es una potencial plaga sobre la cual se debe profundizar su estudio en términos de daño económico y control, ya que los chinches afectan el grano de forma directa al alimentarse de la inflorescencia, produciendo aborto floral.

Una de las especies observadas corresponde a *Lyorhyssus hyalinus* (Hemiptera: Rhopalidae) (Fig. 6), cuyos huevos son de color rojo (Fig. 7) desde los cuales emerge la ninfa de primer estadio (Fig. 6) que se caracteriza por la presencia del abdomen de un color rojo intenso.

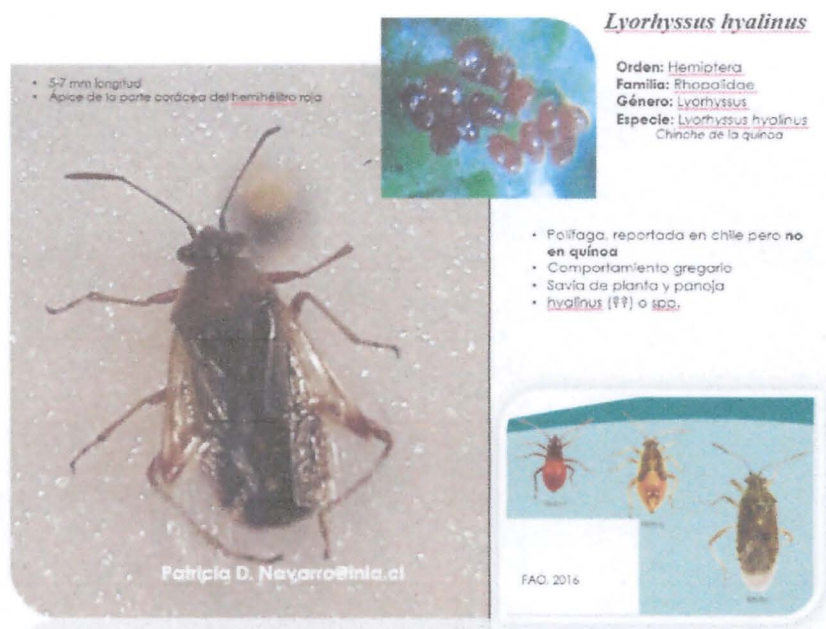


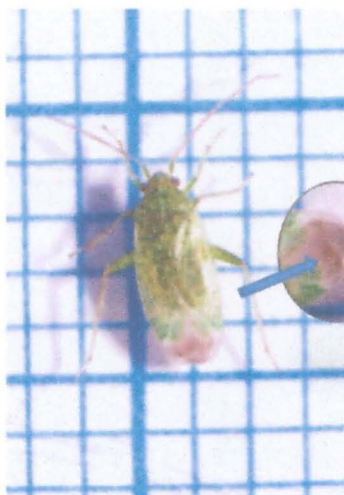
Figura 6. Chinche *Lyorhyssus hyalinus*, uno de los principales chinches que afecta al cultivo de quínoa en las comunas de Vilcún y Carahue en la Región de La Araucanía.

Existe también un mirido que se encuentra en gran cantidad durante el desarrollo del cultivo y corresponde a la especie *Orthotylus* (Melanotrichus) *flavosparsus* (Hemiptera:Miridae) (Fig. 8). Esta es la principal plaga en quínoa debido a la gran cantidad de individuos contabilizados por panoja, cantidad que puede sobrepasar los 100 individuos por panoja y cuyo daño se relaciona directamente con aborto floral, y por ende, con reducción del rendimiento. Se encontró mayormente presente en la comuna de Vilcún con incrementos mayores a mediados de febrero.



Figura 7. Huevos del chinche *L. hyalinus* en panoja de quínoa variedad Regalona-Baer

ADULTO



Orthotylus (Melanotrichus) flavosparsus

Orden: Hemiptera

Familia: Miridae

Género: Orthotylus

areola esclerotizada

en Argentina el la ha registrado hasta la provincia de Santa Cruz, por lo que probablemente cruzaron desde Argentina a Chile...

Eduardo Faúndez, UMAG, Punta Arenas.

- > 100 por panoja a mediados de febrero
- Principal plaga de quínoa en Vilcún
- Presente en Tranapuate, pero significativamente menor

Figura 8. Mirido adulto de la especie *Orthotylus (Melanotrichus) flavosparsus*.

ORDEN LEPIDOPTERA

Complejo de larvas

Helicoverpa zea o gusano del choco (Lepidoptera: Noctuidae)

Importante plaga agrícola que forma parte del complejo de larvas (Fig. 9) que ataca a una serie de cultivos como, maíz, leguminosas, hortalizas, papas entre varios otros. Las larvas de *H. Zea* pueden ser de una variada gama de colores que van desde el verde claro, café y rojizo. La importancia económica de este complejo de larvas radica en su gran capacidad de comer y defoliar la planta, lo cual se traduce en una reducción del área fotosintética. Esta especie de lepidóptero posee la particularidad de enroscarse cuando cae al suelo (Dughetti, 2015). Su ciclo completo dura entre 30 a 35 días dependiendo de la temperatura, por lo que puede llegar a presentar tres generaciones por año. En la región de La Araucanía también afecta en forma importante a lupino, papa, maíz y varias hortalizas.

Rachiplusia nu o larva medidora (Lepidoptera: Noctuidae)

Se le conoce como larva medidora debido al particular movimiento que realiza al desplazarse. Posee tres pares de patas torácica y tres falsas patas abdominales, las que arquea para realizar el movimiento "medidor". El ciclo de vida incluye huevo, cinco estados larvales, pupa y la polilla adulta, la que mide alrededor de 35 mm con sus alas extendidas. El ciclo de vida completo dura entre 36-38 días dependiendo de la temperatura (Navarro *et al.*, 2009). Esta larva fue observada alimentándose primero de hojas (principalmente hojas nuevas y tiernas), y luego de la panoja (flores, granos en formación y grano pastoso). De acuerdo a Dughetti (2015) también afecta brotes nuevos.

Informe técnico final

V 2018-06-29

Aunque es generalmente considerada como plaga ocasional en otros países Andinos donde se cultiva quínoa, es un insecto que debe observarse con cuidado ya que al alimentarse de flores y granos afecta directamente el rendimiento del cultivo.

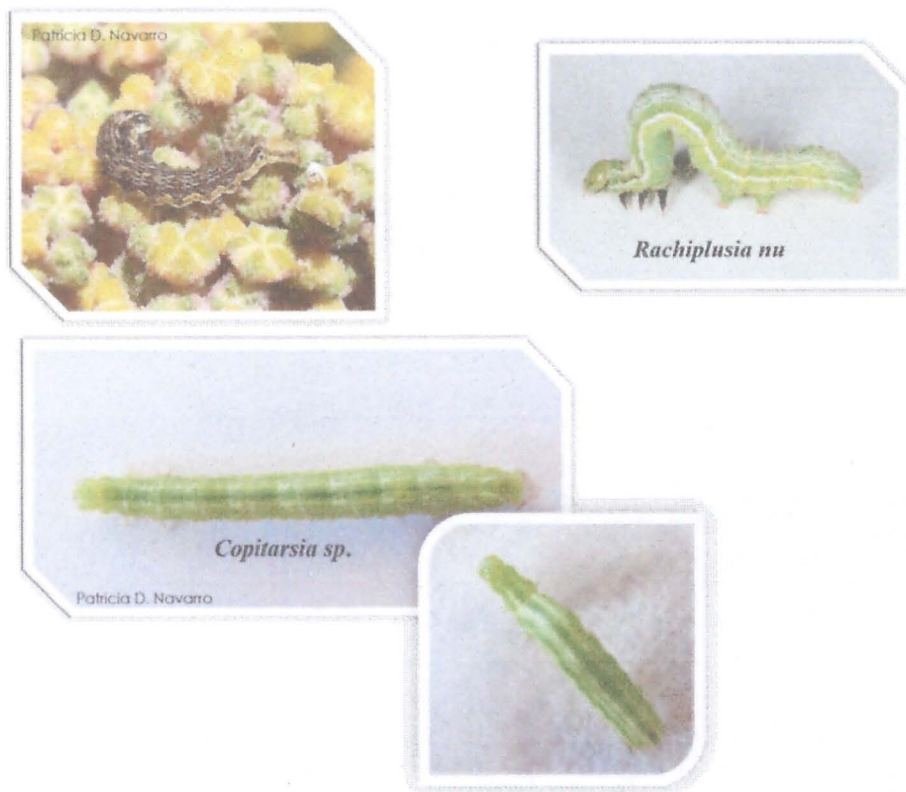


Figura 9. Complejo que larvas que afectan quínoa. A) *Helicoverpa* sp., B) *Rachiplusia* un, C) *Copitarsia* sp., D) Movimiento medidor de *Copitarsia*.

Copitarsia sp., gusano cortador o gusano ejército (Lepidoptera: Noctuidae)

Larva (Fig. 10) altamente polífaga, posee movimiento al desplazarse y se alimenta de chenopodáceas, solanáceas, leguminosas y amarantáceas. El insecto adulto (polilla) posee hábito nocturno, y deposita los huevos en masa sobre el envés de la hoja de quínoa. Las larvas poseen seis estados los que se alimentan de hojas (en forma voraz. Se observó canibalismo (se comen entre ellas) en los últimos estados larvales (IV, V y VI). Las larvas cortan hojas y tallos nuevos produciendo caída de planta y panoja. La etapa de pupa ocurre en el suelo.

En las localidades evaluadas del sur de Chile, esta larva se encuentra presente a partir de las primeras hojas de la planta de quínoa y, en comparación a otras especies de lepidóptera, es la que permanece más tiempo presente durante la fenología del cultivo.



Figura 10. Daño del gusano ejército *Copitarsia* sp., en hoja de quínoa.

Polilla del estuche o polilla del sobre

Las larvas de la polilla del estuche forman su pupa (Fig. 11) en la panoja (Fig. 12) de la planta de quínoa. Se le llama polilla del estuche ya que su capullo lo realizan con restos de la misma panoja y planta y posee forma de estuche. A mediados de la época estival es posible evidenciar un importante número de polillas sobre la panoja, las cuales pueden ser fácilmente confundidos con heces de pájaros. Probablemente a primera vista no se le dará mayor importancia a la presencia de estas pupas, ya que se observarán inmóviles y hasta podrán pasar desapercibidas. Sin embargo, en algunas ocasiones y por medio de una lupa de campo, es posible visualizar la cabeza de la larva cuando sale a comer desde el estuche hacia la panoja. El daño se asocia al grano donde come la larva (Fig. 12).

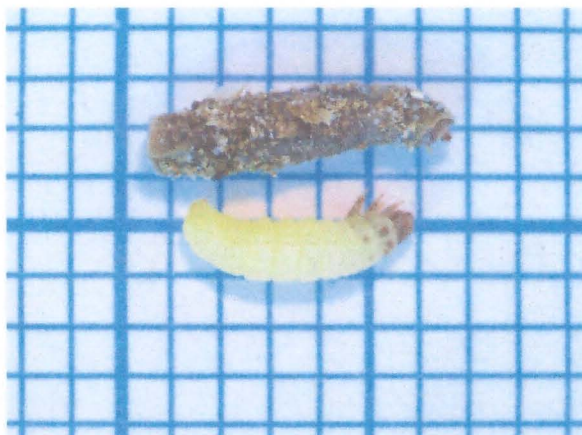


Figura 11. Pupa (capullo) y larva de la comúnmente conocida como larva del estuche



Figura 12. Pupa de la larva del estuche en panoja de quínoa línea BO-04-Baer

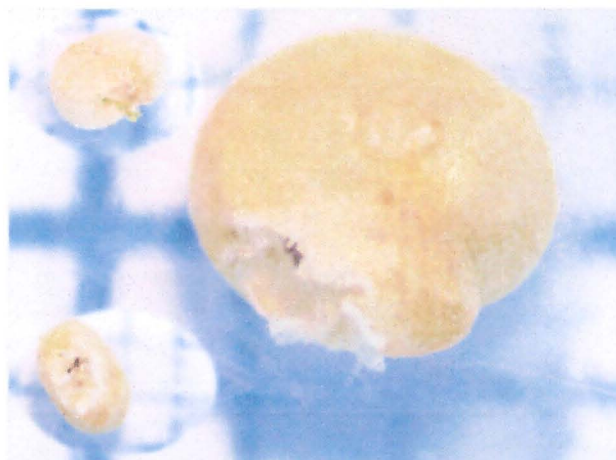


Figura 13. Daño producido por la larva de la polilla del estuche en grano de quínoa.

ORDEN DIPTERA

Liriomyza sp. o mosca minadora (Diptera: Agromyzidae)

Comúnmente conocida como mosca minadora de las huertas o de las hortalizas (Fig. 14), es una especie altamente polífaga que afecta el área foliar de la planta. Su daño se caracteriza principalmente por la formación de minas en forma de serpentina (zig zag) en el haz de la hoja. La hembra coloca los huevos sobre la hoja desde donde eclosiona la larva, la que luego comienza a alimentarse del parénquima de la hoja formando una galería interna por donde se desplaza. Esta galería corresponde a la mina. Casos donde se observan un número bajo de minas por planta no representa un mayor problema. Sin embargo, cuando la infestación es alta, las minas se unen unas con otras produciendo defoliación y pérdida de áreas fotosintética, lo cual afecta indirectamente el rendimiento del cultivo.

Esta mosca es comúnmente encontrada en hortalizas, huertas caseras e invernaderos donde puede permanecer y pasar de un cultivo a otro hasta llegar a la quínoa. Malezas como quinguilla y vinagrillo también fueron observados como hospederos de esta mosca. En las localidades donde se realizaron estas observaciones *Liriomyza* fue observada aproximadamente a los 50 días post-plantación, con siembra la primera quincena de octubre, con un incremento en el número de minas observadas la primera semana de enero. La infestación de esta mosca fue mayor en la temporada 2016-17 que 2017-18 en la comuna de Vilcún.



Figura 14. Mosca minadora *Liriomyza* sp. A) mosca adulta., B) minas en forma de serpentina.

ORDEN HEMIPTERA

Áfidos o pulgones (Hemiptera: aphididae)

Si bien los áfidos son considerados como plaga ocasional en el cultivo de quínoa, estos podrían pasar a tomar relevancia debido al aumento poblacional generalizado de estos insectos en el último tiempo, producto del cambio climático y el alza de temperatura asociado.

La determinación de las especies de áfidos asociados al cultivo de quínoa fue realizada a través de trampas Möericke, y observación del establecimiento de colonias en la planta. Si bien, alrededor de 5 especies incluyendo *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* (Fig. 15), *Aphis gossypii*, *Aphis* sp., y *Aphis craccivora* (Fig. 16), fueron las principales observadas en trampa Möericke; como especies colonizadoras y establecidas en el cultivo se observó solo en forma significativa la presencia de *M. persicae* y *A. craccivora*.

Myzus persicae (Hemiptera: aphididae)

Comúnmente conocido como pulgón del duraznero. Especie ampliamente propagada a través del mundo, altamente polífaga y prolífica. No necesita recurrir a la reproducción sexual ya que puede multiplicarse por partenogénesis formando grandes poblaciones en poco tiempo. Ninfas y ejemplares ápteros (sin alas) se ubican principalmente en el envés de la hoja. El principal problema asociado a esta especie es la transmisión de virus, aunque no se han estudiado si este insecto vector transmite virus al cultivo de quínoa en nuestro país.

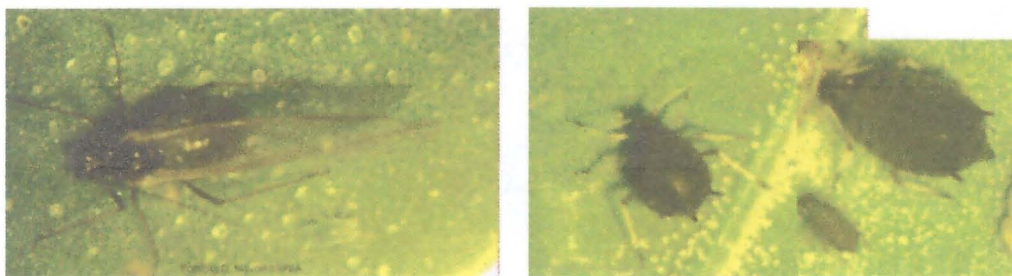


Figura 15. *Myzus persicae* comúnmente conocido como pulgón del duraznero.

CONCLUSIONES

Las principales plagas observadas en cultivo de quínoa en la Región de La Araucanía (comunas de Vilcún y Carahue), corresponden a los chinches *Lyorhyssus hyalinus* (Hemiptera: Rhopalidae), el mirido *Orthotylus* (Melanotrichus) *flavosparsus* (Hemiptera: Miridae), la polilla del estuche (especie por identificar), *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) y áfidos.

El daño principal producido por chinches y polilla podría afectar directamente el rendimiento del grano de quínoa.

En los meses de enero y febrero se presentan los mayores niveles de estas plagas en la planta.

No se conoce el umbral de daño económico de estas plagas en nuestro país.

Evaluación Financiera del Paquete Tecnológico de la Quínoa.

Investigador responsable: Luis Torralbo B.

Objetivo: definir tecnologías de manejo agronómico integrado que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile.

MATERIALES Y METODOS

La información agronómica se generó en la comuna de Vilcún en INIA Carillanca. Los demás antecedentes (precios), proviene de los proveedores de insumos y servicios de La Araucanía. El rendimiento probable, rendimiento mínimo y máximo se obtuvieron del promedio de 9 ensayos realizados en INIA Carillanca. De estos mismos ensayos se seleccionaron los tratamientos con mejor presupuesto parcial para cada tecnología. Finalmente, cada una de la tecnología se integró a una tecnología estándar que las incorporaba a todas ellas (fertilización, prevención y control de malezas, plagas y enfermedades, preparación de suelo, material genético (semilla), y otros costos directos del cultivo de Quínoa. Del mismo modo se consultaron los precios de mercado asociados a cada una de estas tecnologías y los valores de mercado de la quínoa sin desaponificar. Ello permitió generar el margen bruto por hectárea del cultivo de quínoa para el edafoclima de precordillera de Los Andes. Con lo anterior se calculó el margen bruto por hectárea en La Araucanía, en cinco tipos de escenarios probables según rendimiento y precio.

Área agroclimática:	Depresión Intermedia - Precordillera Andina
Precios insumos y servicios:	Obtenidos del mercado chileno y regional (costos)
Rendimiento:	Máximos, mínimos y promedio generados por 9 ensayos realizados en INIA Carillanca
Costos directos:	Generados a partir de las distintas tecnologías utilizadas y validadas por los especialistas de INIA Carillanca.
Origen de información agronómica	La información agronómica se generó en la comuna de Vilcún en INIA Carillanca

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los costos directos del manejo agronómico desarrollado para la quinoa del sur de Chile con la variedad Regalona, y que es aplicable a varios genotipos locales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Costos directos (\$) por hectárea del paquete agronómico desarrollado para el cultivo de quinoa en la Región de La Araucanía.

Costos Directos	Unidad	Cantidad	\$ por Unidad	Valor por hectárea (\$)
MANO DE OBRA				63.600
Aplicación de herbicidas	JH	1	12.000	12.000
Aplicación de fungicidas	JH	1	12.000	12.000
Aplicación de fertilizantes	JH	0,3	12.000	3.600
Otros	JH	1	12.000	12.000
Cosecha	JH	2	12.000	24.000
MAQUINARIA				245.925
Preparación de suelo con rastra de disco	HT	0,7	29.000	20.300
Preparación de suelo con arado de cincel	HT	1	45.000	45.000
Preparación de suelo con vibrocultivador	HT	0,5	18.000	9.000
Sembradora	HT	0,75	23.500	17.625
Aplicación de herbicidas	HT	0,5	11.000	5.500
Aplicación de fungicidas	HT	2	11.000	22.000
Aplicación de fertilizantes	HT	0,5	11.000	5.500
Otros	HT	1	11.000	11.000
Cosecha (trilladora)	HT	2	55.000	110.000
FERTILIZANTES	Kg			290.400
Urea	Kg	450	300	135.000
Superfosfato triple	Kg	300	312	93.600
Cloruro de potasio	Kg	200	295	59.000
Otro 1: boronatrocalcita	Kg	10	280	2.800
PESTICIDAS				304.307
Glifosato (barbecho preparación suelos)	L	3	11700	35.100
Desinfectante de semilla	dosis	1	1807	1.807
Metamitron (herbicida)	Kg	7,5	30.000	225.000
Zampro (fungicida)	L	0,8	53.000	42.400
OTROS				221.560
Análisis de suelos	Un	1	26.400	26.400
Sacos	Sc	156	110	17.160
Fletes	Kg	3.900	20	78.000
Semilla (Genotipos quinoa Zona Sur de Chile)	Kg	10	10.000	100.000
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				1.125.792
GASTOS FINANCIEROS (7,5% SUBTOTAL costos directos)				84.434
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.210.226

El manejo agronómico definido a través de este proyecto se puede sintetizar en los siguientes factores:

1. Preparación de suelo: Barbecho químico (herbicida) y labores con implementos mecánicos (Arado, rastra y vibrocultivador)

2. Establecimiento: dosis de siembra, distancia entre hileras, fecha de siembra, profundidad de siembra, desinfección semilla (fungicida e insecticida), sembradora de cereales.
3. Fertilización: análisis de suelo, dosis de nitrógeno, fósforo y potasio; parcialización del N (3 oportunidades) y del K (2 oportunidades).
4. Control de malezas: aplicación de herbicida de preemergencia posterior a la siembra, y otra aplicación entre las hileras del cultivo.
5. Control de enfermedades: aplicación de fungicidas foliares.
6. Cosecha: mecanizada (trilladora)

En la Figura 1 se aprecia que las tres partidas de costos más incidentes en el cultivo de la quínoa son los pesticidas, los fertilizantes y la maquinaria, con un 25, 24 y 21% respectivamente de incidencia en el total de costos directos por hectárea.

En el Cuadro 2 se presenta el margen bruto del cultivo bajo diferentes escenarios de costos y del precio del grano de quínoa. Se obtienen interesantes retornos económicos que hacen de este cultivo una alternativa interesante para los productores locales.

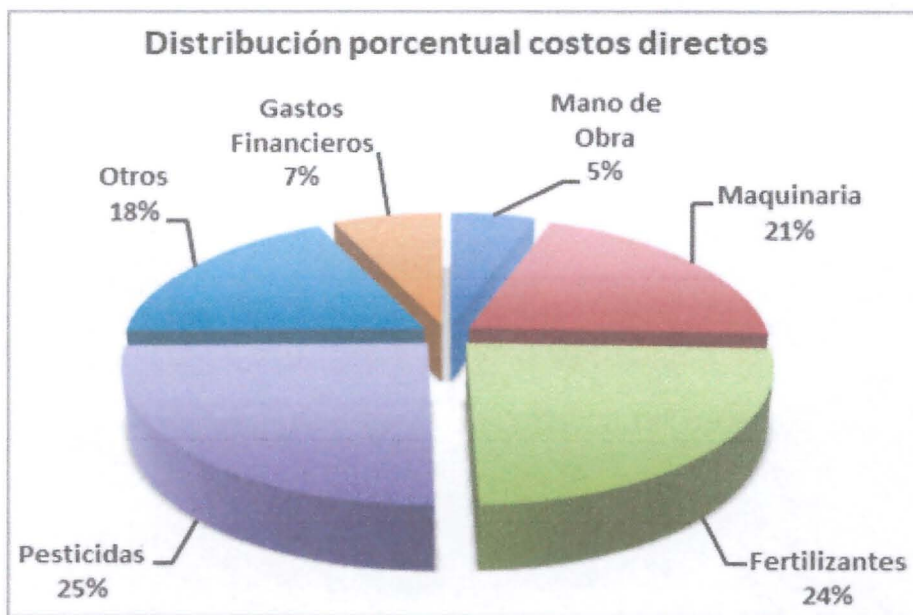


Figura 1. Distribución de los costos directos del paquete agronómico.

Cuadro 2. Margen bruto por hectárea del paquete agronómico desarrollado para el cultivo de quínoa en La Araucanía, en cinco tipos de escenarios probables según rendimiento y precio.

Rendimientos	kilos / hectárea	Precios (\$)	Ingreso bruto (\$)	Costos Directos (\$)	Margen Bruto / hectárea
Rendimiento mínimo probable	2.750	600	1.650.000	1.210.226	439.774
Rendimiento mínimo probable	2.750	1.200	3.300.000	1.210.226	2.089.774
Rendimiento máximo probable	5.284	600	3.170.400	1.210.226	1.960.174
Rendimiento máximo probable	5.284	1.200	6.340.800	1.210.226	5.130.574
Rendimiento y precio Probable	3.804	1.000	3.140.000	1.210.226	1.929.774

CONCLUSIÓN

Los costos más incidentes en el cultivo de la quínoa son los plaguicidas, fertilizantes y la maquinaria, con un 25, 24 y 21%, respectivamente, en el total de costos directos por hectárea. El margen bruto por hectárea, más probable, es un margen competitivo respecto de otros cultivos anuales.

Anexo 3. Actividades relacionadas con objetivo 3 (Desarrollar prototipos industriales en base a quinoa que puedan ser escalados por actores AFC en el mediano plazo).

Ensayos de prototipos industriales de Quínoa.

Investigador responsable: Susana Valenzuela.

Objetivo:

Caracterizar químicamente y nutricionalmente los genotipos de quínoa seleccionados agronómicamente.

MATERIALES Y METODOS

La diversificación de productos elaborados depende en gran medida del conocimiento que se disponga sobre sus principales componentes químicos, nutricionales y propiedades funcionales de los genotipos para orientar su potencial de aplicación y uso agroindustrial.

Características de la quinoa

Saponinas: son compuestos del tipo esterol o triterpenoide se encuentran en el pericarpio del grano y son el principal factor antinutricional de la quinoa, que le confiere un sabor amargo característico (Gandarillas, 1982). Las principales propiedades de las saponinas son: la abundante producción de espuma cuando son disueltas en agua y agitadas, presentan sabor amargo y son potentes surfactantes. Uno de los principales problemas para la industrialización es la presencia de saponina en el grano, siendo esta una limitante para su procesamiento, es por este motivo que a los genotipos seleccionados por INIA y la variedad Regalona se les realizó la evaluación del contenido de saponina de los granos por el método del "Índice de Espuma". (Cuadro 3). Los análisis químicos y nutricionales fueron realizados por el Laboratorio del Instituto de Agroindustria Universidad de La Frontera, Bureau veritas y como controles de comparación la Tabla de Composición química de Alimentos Chilenos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En cuanto a los resultados obtenidos para el contenido de saponina de los granos varió de 5,4 – 7,4 mg/g. El genotipo con el menor contenido de saponina, lo obtuvo BO-4 con 5,4 mg/g y el mayor contenido BO-49 con 7,4 mg/g. La variedad Regalona presentó el menor contenido de saponina 3,2 mg/g.

Cuadro 3: Contenidos de saponinas en Regalona y los genotipos BO-55, BO-49, BO-54, BO-13, BO-37 y BO-4.

Muestras	Saponina (mg/g)
Regalona	3,2
BO-55	6,6
BO-49	7,4
BO-54	6,2
BO-13	5,5
BO-37	5,5
BO-4	5,4

Fuente elaborado por Laboratorio de Alimentos y Aguas. Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera.

La presencia de saponina en el grano de quinoa se debe eliminar, a través, de métodos mecánicos (pelado) y lavando las semillas con abundante agua. Dentro de los objetivos del proyecto fue adquirir una escarificadora cuya función es sacar el polvo y la cascarilla que cubren el grano, separando el grano por un lado y la cascarilla con el polvo por otro, gran porcentaje de la saponina se encuentra en la cascarilla. El equipo fue adquirido a la empresa Celestron de Bolivia. Este equipo ha sido de mucha ayuda, para los productores de quinua beneficiarios del proyecto, utilizándolo para el pelado de quinua en las cosechas del 2017 y 2018.

En este equipo, se realizaron pruebas de descascarado de quinua, de modo de verificar su capacidad y su rendimiento. El equipo posee una capacidad de 100 kg/h y un rendimiento de 92,15%. Una vez realizadas las pruebas de descascarado se hicieron mediciones del contenido de saponinas en muestras de quinoas, se utilizó como muestra control una quinua marca Mi Tierra adquirida en un supermercado de Temuco.

Se midió el contenido de saponina a cuatro muestras: quinua marca Mi Tierra, quinua regalona descascarada, quinua regalona sin descascarar y quinua regalona descascarada, lavada y secada. Ver cuadro 5. Para obtener una quinua libre de saponina o con bajo contenido de ésta, no es suficiente con el retiro de la cascarilla, ya que la saponina se encuentra también en el interior del grano, entonces es necesario adquirir la línea completa de procesamiento desde el seleccionador, escarificador, lavador y secador.

Cuadro 4: Contenidos de saponinas en Regalona sometida a diferentes procesos.

Muestras de Quinoa	*Saponina (mg/g)
Regalona sin descascarar	3,25
Regalona descascarada	0,43
Regalona descascarada, lavada y secada	No detectado
Mi Tierra comercial	0,18

*Fuente elaborado por Laboratorio de Alimentos y Aguas. Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera.

En cuanto a los resultados obtenidos para el contenido de saponina de los granos, en la quinua Regalona descascarada, lavada y secada no se detectó presencia de saponina y el mayor contenido de saponina lo tuvo el grano variedad Regalona sin descascarar con 3,25 mg/g. De acuerdo al contenido de saponina, la quinua no puede superar el 0,12%, en base al peso en fresco, según el Codex Alimentarius (aún en discusión).

Componentes nutricionales de la quinoa

Se seleccionaron seis genotipos en base a rendimientos y características agronómicas (BO-55, BO-49, BO-54, BO-13, BO-37 y BO-4), y fueron enviados a distintos laboratorios para que se les realizaran los análisis tales como: proximales, perfil de aminoácidos y vitaminas (Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Ácido ascórbico (C), Vitamina (E) y Vitamina (A)).

En el Cuadro 5 se aprecia el contenido de macronutrientes de los seis genotipos comparados con el trigo. Los contenidos de proteínas van desde 13,91-16,3 g/100g de muestra, valores superiores al valor de proteína del trigo 9,3 g /100 g de muestra.

La fracción de carbohidratos está constituida principalmente por almidón (50-60%), en forma de gránulos, cuyos componentes son la amilosa (20%) y la amilopectina (80%), (Carrasco et. al 2001). Para los genotipos estudiados el rango de los hidratos de carbono fue de 52,2 a 62,55 g/100 g de muestra, valores inferiores a los hidratos de carbono del trigo 72g/100g. El contenido de azúcares totales varió desde 0 a 2,90 g/100g.

Un alto contenido de potasio fue observado en los genotipos analizados, presentando el BO-54 el valor más alto (760,02 mg/100g) con respecto a los obtenidos para BO-4, BO-55, BO-49, BO-13, BO-37 (743,48; 737,26; 727,04; 500,49; 452,98 mg/100g), respectivamente.

El rango de los valores de calcio osciló entre 64,9 y 89,03 mg/ 100g, los cuales se consideran más altos con respecto al trigo 43,0 mg/100g que se presenta en la tabla de Composición química de alimentos chilenos. El sodio se encuentra en muy bajas proporciones, con estos resultados es posible afirmar que los genotipos evaluados son "libre de sodio" según descriptores permitidos en la declaración de propiedades nutricionales en el Reglamento Sanitario de los Alimentos.

Un alto contenido de hierro fue observado en BO-37 (7,03 mg/100g) con respecto a los obtenidos por BO-13, BO-4, BO-54, BO-49, BO-55 (4,77; 2,954; 2,799; 2,763; 2,059 mg/100g), respectivamente. El contenido de hierro en BO-37 aporta el 50,2% de la dosis diaria de referencia (DDR) para adultos, adolescentes y niños mayores de 4 años de edad, el cual es 14 mg/día de hierro. La cantidad de magnesio encontrada en BO-54, BO-4, BO-55 y BO-49 (135,71; 133,59; 10,09 y 120,16 mg/100g) respectivamente, superan el 40% de la dosis diaria de referencia (DDR) para adultos, adolescentes y niños mayores de 4 años de edad, el cual es 300 mg/día de magnesio.

Con respecto a la fibra, la American Association of Cereal Chemist (2001) indica que es la parte comestible o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta. El genotipo BO-54 presentó el menor contenido de fibra dietaria (8,61g/100g) en comparación con los otros que presentaron valores en los rangos entre (10,2-11,8g/100g).

Cuadro 5 Información nutricional de B0-55, B0-49, B0-54, BO-13, BO-37 y BO-4; trigo y quínoa como referencia.

PROXIMAL	B0-55	B0-49	B0-54	BO-13	B0-37	BO-4	Trigo *	Quinoa
Energía (Kcal/100g)	365,27	360,44	365,51	329	329	361,08	322	331
Grasa Total (g)	6,91	6,88	7,47	5,66	6,34	6,38	2,0	7,4
Proteínas (g)	16,3	15,7	15,5	16	15,8	13,91	9,3	13
Hidratos de Carbono disponibles (g)	62,55	62,43	62,54	53,6	52,2	62	72,0	64,1
Azúcares Totales (g)	2,90	2,62	2,81	0	0,69	2,25		
Fibra dietaria (g)	11,80	10,8	8,61	10,2	11,2	11,80	10,7	
Fibra dietaria insoluble (g)	10,7	9,57	7,57	8,86	9,8	10,57	9,5	
Fibra dietaria soluble (g)	1,14	1,23	1,04	1,32	1,45	1,24	1,2	
Sodio (mg)	<4	4,89	<4	4,43	2,73	<4	5,8	
Calcio (mg/100g)	79,04	89,03	87,08	64,9	82,6	78,88	43,0	94,0
Hierro (mg/100g)	2,059	2,763	2,799	4,77	7,03	2,954	4,5	16,8
Humedad (%)	13,75	15,01	13,33	12,1	12,1	14,09	11,6	9,8
Magnesio (mg/100g)	130,09	120,16	135,71	76,15	72,07	133,59		
Potasio (mg/100g)	737,26	727,04	760,02	500,49	452,98	743,48	32,6	
Selenio (mg/Kg)	<0,05	<0,05	<0,05					

Fuente elaborado por Laboratorios Instituto de Agroindustria Universidad de La Frontera, Bureau veritas y *Tabla de Composición química de Alimentos Chilenos.

En el Cuadro 6 se presenta los valores medios de aminoácidos de los genotipos estudiados en comparación con el trigo. Los resultados muestran que el ácido aspártico y el glutámico constituyen hasta un 22,85g/100 g de proteína para BO-54. La suma de los aminoácidos esenciales totales (Histidina, Arginina, Treonina, Tirosina, Fenilalanina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Lisina y Cisteína) en BO-55, BO-49, BO-54, BO-13, BO-37 y BO-4 presentó los siguientes valores: 35,46; 34,26; 37,73; 37,44; 36,68 y 27,6 g/100g de proteína, respectivamente. El BO-4 presentó el menor valor de la suma de los aminoácidos esenciales totales. Todos presentan niveles elevados de lisina generalmente el aminoácido limitante en los cereales (Wright et al., 2002, Koziol, 1992).

La comparación entre el perfil de aminoácidos (Cuadro 6) y los valores referenciales de WHO/FAO/UNU (2007), muestra que los contenidos de lisina, Isoleucina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina, leucina e histidina en BO-13 está entre los valores altos de los rangos recomendados de los requerimientos de aminoácidos (Cómputo Aminoacídico) para personas >18 años. Sin embargo, los valores de metionina e cisteína fueron menores que las referencias de WHO/FAO/UNU (2007), lo cual sugiere que BO-13 tiene una alta calidad proteica y es una buena fuente de aminoácidos excepto en metionina e cisteína.

Cuadro 6. Contenido de aminoácidos totales en 6 genotipos.

**Ensayo	Muestras Unidades (g/100g de proteína)						
	B0-55	B0-49	B0-54	BO-13	BO-37	BO-4	¹ Trigo
Ácido aspártico	8,58	6,06	9,15	6,83	6,92	8,51	
Acido Glutámico	12,87	12,82	13,7	13	12,03	11,78	
Hidroxiprolina	0,85	0,9	0,88	0,29	0,28	1,83	
Serina	2,64	2,69	2,81	3,81	3,25	15,56	
Glicina	3,88	4,21	3,9	4,82	4,28	12,14	
*Histidina	1,74	1,58	2,08	1,84	1,78	6,72	2,0
*Arginina	7,16	7,55	7,65	8,01	8	5,61	
Taurina	0,06	0,06	0,06	0,14	0,07	-	
*Treonina	2,1	1,83	1,85	2,6	2,46	-	3,8
Alanina	3,76	3,52	3,41	4,3	3,7	2,50	
Prolina	3,09	3,24	6,01	3,38	3,25	2,93	
*Tirosina	1,94	2,22	2,08	1,45	1,63	-	
*Valina	3,8	3,75	3,88	3,8	3,49	-	4,4
*Metionina	1,49	1,36	1,25	0,88	1,06	0,75	1,0
*Isoleusina	2,5	2,57	2,44	3,24	2,95	2,91	4,2
*Leucina	5,28	4,99	5,42	5,53	5,09	5,12	6,8
*Fenilalanina	3,02	2,94	3,17	3,53	2,96	2,67	3,4
*Lisina	5,25	4,3	6,48	6,56	7,26	3,82	2,6
*Cisteína total	1,18	1,17	1,43			-	2,6
Triptófano	0,18	0,27	0,17			0,93	1,2
*Aminoácidos esenciales totales	35,46	34,26	37,73	37,44	36,68	27,6	

****Fuente elaborado por Laboratorios WSS testing and certification y Bureau veritas.¹ Wright et al. (2002).**

En el cuadro 7 se muestra los contenidos de vitamina (B1, B2, E, C y A) de los seis genotipos. La vitamina C no se detectó. La pérdida de vitamina C aumentan con el almacenamiento prolongado, la temperatura alta, humedad relativa baja, daño físico, lesión por frío, variación genotípica; todos estos factores son responsables del contenido de vitamina C (Lee y Kader, 2000; Dumas et al., 2003; Xu et al., 2008). Wall (2006). Las vitaminas del grupo B son moléculas solubles en agua y desempeñan un papel importante en el metabolismo de carbohidratos (tiamina o B1), proteínas, y grasas (riboflavina o B2). El rango de contenido de vitamina (B1) fue de 0,55-0,74mg/100g. El contenido de vitamina B1 es superior a los valores informados de 0,38 mg /100 g por Koziol (1992) y 0,4 mg/ 100 por Ruales y Nair (1993). Los valores de vitamina B2 (0,019-0,084 mg/100g) son mucho más bajos que los informados por Koziol (1992) y Ruales y Nair (1993) con 0.39 a 0.2 mg/ 100 g.

La vitamina E es un antioxidante que previene la oxidación de lípidos poliinsaturados por radicales libres tales como el radical hidroxilo OH (Fardet et al., 2008). Como se muestra en el cuadro 8, los valores de la vitamina E variaron de 1,442 a 3,342 mg /100 g, con BO-55 mostrando el valor más alto. Koziol (1992) informó niveles similares de vitamina E para quinoa con 5,37 mg/ 100 g, mientras que trigo, arroz y cebada tuvieron valores más bajos (1,15 mg, 0,18 mg y 0,35 mg /100 g, respectivamente).

Cuadro 7 Contenidos de vitaminas B1, B2, E, C y A en 6 genotipos. .

VITAMINAS	BO-55	BO-49	BO-54	BO-13	BO-37	BO-4	Trigo	Quinoa
B1 Tiamina (mg/100g)	0,55	0,74	0,55	0,6	0,55	0,66	0,35	0,30
B2 Riboflavina (mg/100g)	0,082	0,084	0,076	0,021	0,021	0,019	0,08	0,59
E (alfa tocoferol) (mg/100g)	3,342	3,087	3,267	1,442	2,532	2,92		
C ácido Ascórbico (mg/100g)	*N D	ND	ND					1,3
A ugER/100g				ND	ND	ND		

*Fuente elaborado por Laboratorios WSS testing and certification, Bureau veritas.

Los genotipos analizados son diferentes en sus propiedades nutricionales, minerales, vitaminas y contenido de saponina, por lo tanto, en su valor nutricional. Sin embargo, todos mostraron una excelente calidad nutricional, más alta que la de la mayoría de los cereales tradicionales.

Ensayos de prototipos industriales de Quínoa.

Investigador responsable: Susana Valenzuela.

Objetivo: desarrollar prototipos industriales en base a quínoa.

Informe técnico final
V 2018-06-29

MATERIALES Y METODOS

Los prototipos se elaboraron a pequeña escala en la planta piloto en el Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera. Se utilizó la variedad Regalona, que fue cultivada y cosechada por los investigadores de INIA Carillanca. Los procesos de elaboración de todos los productos, es a partir del grano exento de saponina, a continuación, se describen cada una de las operaciones:

Bebida de quinoa

Malteado: Remojo del grano con el fin de disminuir el contenido de fitatos. Se tomó una muestra de 1.000 g. de quinoa seca que se dejó remojando en agua purificada en relación de (1:3) respectivamente durante 24 horas a temperatura ambiente.

Germinación: después del remojo se escurre el exceso de agua y el grano se dispone en recipientes adecuados, durante un período de 7 horas a 25°C. En este tiempo el grano germina, luego se somete a un proceso de tostado a una temperatura de 30-65°C por 48 horas, en esta etapa se detiene las reacciones enzimáticas.

Elaboración de la Bebida: se utilizó la quinoa malteada se analizaron variables en relación sólido: agua tales como (1:6; 1:8 y 1:10). A todas las formulaciones se le agrego 58 gramos de almendras por sus propiedades nutricionales. Cada una de las formulaciones fue licuada en un equipo especial para bebidas de cereales de marca MioMat, luego se filtraron, obteniéndose un extracto, que fueron saborizadas con líquido artificial de vainilla, Marca Marco Polo, en una cantidad del 0.5 %, en volumen. También se evaluaron dos dosis de estabilizante 0,3 y 0,5% de maltodextrina.

Flan: a partir de la bebida se preparó un flan y se analizaron la variable de concentración de gelatina al 2%, 2.5% y 3%. Para cada una de las formulaciones se mantiene constante el azúcar 3,5% marca lansa, esencia de piña 0,18%, colorante de piña 0,004% y maltodextrina 0,04% dosis recomendadas por la marca Sabores.

Mote: se realizaron pruebas preliminares para determinar los tiempos de remojo y cocción. La proporción para remojar el grano fue de 1:3 (granos: agua), los tiempos de remojo fueron 8, 16 y 24 horas. Para el tiempo de cocción se hizo el estudio con 5, 10 y 15 minutos donde la cantidad de proteínas no mostró variación significativa. Se mantuvo constante la temperatura de cocción a 100°C. Los granos se cocieron en olla capacidad 5 litros (marca magefesa, Chile) a presión atmosférica.

Harina: a partir de quinoa malteada, se elabora la harina en un molino ultracentrifugo marca Retsch ZM 200, se realizaron mezclas con otras harinas libres de gluten (maíz y arroz) de manera de disminuir el sabor acentuado de la quinua. Las formulaciones fueron las siguientes (25%, 25% y 39%); (25%, 25% y 10%) y (25%, 25% y 25%) arroz, maíz y quinua respectivamente. Para cada una de las formulaciones se mantuvo constante el agar- agar 1% y murtilla en polvo liofilizado 10%. Todas las formulaciones fueron evaluadas sensorialmente en preparaciones de quesos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Bebida de quinoa

De las tres formulaciones relaciones sólido: agua (1:6; 1:8 y 1:10). La formulación seleccionada fue la relación (1:8), ésta presentó la mejor viscosidad, consistencia, características organolépticas y coincide con la relación utilizada por (Rustom, 2005), utiliza una relación de (1:8). Vida útil de la bebida de quinua 15 días envasada en frascos de vidrio, en condiciones de refrigeración (0-5°C). Como se observa en la Cuadro 8, la cantidad de proteína de la bebida desarrollada comparada con, es menor, debido a que no se realizó hidrólisis a la materia prima. La calidad de la proteína depende en gran parte de la composición de sus aminoácidos y su digestibilidad; si una proteína es deficiente en uno o más aminoácidos esenciales, su calidad es más baja.

Cuadro 8 Caracterización química de la bebida de quinoa desarrollada vs una de Ecuador.

Parámetros	Bebida Quinoa* (100 ml)	Leche de Quinoa** (100 ml)
Energía (Kcal)	21,8	159
Proteínas (g)	0,71	1,16
Grasa (g)	0,84	0,49
Hidratos de Carbono disponibles (g)	2,85	7,13
Azúcares Totales (g)	0	
Fibra dietaria (g)	0	0,42
Fibra dietaria insoluble (g)	0	
Fibra dietaria soluble (g)	0	
Sodio (mg)	3,8	
Calcio (mg)	6,61	0,01
Fosforo (mg)	1,12	
Hierro (mg)	0,26	0,69
Magnesio (mg)	6,23	
Potasio (mg)	2,29	
Vitamina B2 (mg)	0,56	

*Fuente elaborado por Laboratorio de Alimentos y Aguas. Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera y laboratorio Bureau veritas. **Sebastián Pereira "Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero agroindustrial" Quito, Dic 2011.

Flan

La formulación de mayor aceptación fue gelatina (2,5%), azúcar (3,5 %), esencia de piña (0,18%), colorante (0,004%) y maltodextrinas (0,04%). La seleccionada fue la que presentó la mejor textura, sin sinéresis y en la evaluación sensorial el 80% la calificó con nota 4 que significaba me gusta mucho. En la Cuadro 9 se presenta la composición nutricional del flan desarrollado, comparada con una jalea de marca comercial. Vida útil del flan 48 días envasado en frasco de vidrio, en condiciones de refrigeración (0-5°C)

Cuadro 9 Composición química del Flan con quinoa Regalona comparada con una jalea de marca comercial Regimel.

Parámetros	Flan Quinoa* (100g)	Jalea comercial** Regimel (100g)
Energía (Kcal)	36,8	30
Proteínas (g)	4,20	0,4
Grasa (g)	<0,5	0,2
Hidratos de Carbono disponibles (g)	5,01	6,7
Azúcares Totales (g)	2,60	0
Fibra dietaria (g)	1,09	-
Fibra dietaria insoluble (g)	0	-
Fibra dietaria soluble (g)	1,09	-
Sodio (mg)	9,9	33
Calcio (mg)	3,45	-
Fosforo (mg)	0,26	-
Hierro (mg)	0,01	-
Magnesio (mg)	0	-
Potasio (mg)	0	-
Vitamina B2 (mg)	0	-

*Fuente elaborado por Laboratorio de Alimentos y Aguas. Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera. **Jalea Comercial Regimel.

Mote

La formulación con mayor grado de aceptación donde el tiempo de cocción fue 10 minutos a 100°C, a este tiempo de cocción el grano presentó mejor textura y mejor palatabilidad según la evaluación sensorial realizada. Superado los 10 minutos la quinoa se presenta una textura muy ligosa. Los tiempos de remojo evaluados no influyen significativamente en la posterior cocción de los granos. Pero el remojo es un tratamiento muy importante para la reducción de los fitatos, por esta razón se elige 24 horas de remojo de la quinoa. Vida útil del mote 10 días (envasado en Doy Pack transparente)

Harina

La formulación arroz (25%), maíz (25%), agar- agar (1%), de quinoa (39%) y de murtilla en polvo liofilizado (10%), fue la que obtuvo la mayor aceptación por los panelistas. El 70 % de los panelistas la calificó con nota 4 que significa me gusta mucho. La granulometría de la harina es de (200 µm - 750µm). Vida útil de la harina 1 año, envasada en Doy Pack Kraf almacenada en lugar fresco y seco. En el Cuadro 10 se presenta la composición química de la formulación seleccionada y otras mezclas de harinas de marcas comerciales.

Cuadro 10 Composición química de mezclas de harinas libres de gluten con quinoa Regalona comparada con dos harinas comerciales.

Parámetros	Mezcla de harinas libres de gluten* (100g)	Mezclas de harinas libres de gluten comercial** (100g)	Mezclas de harinas libres de gluten comercial*** (100g)
Energía (Kcal)	324	371	380
Proteínas (g)	8,84	2,0	2,8
Grasa (g)	1,93	1,2	0,10
Hidratos de Carbono disponibles (g)	67,8	83	87
Azúcares Totales (g)	7,03	0,9	0
Fibra dietaria (g)	7,62		
Fibra dietaria insoluble (g)	7,62		
Fibra dietaria soluble (g)	0		
Sodio (mg)	25,3	29	2,5
Calcio (mg)	4,77		
Fosforo (mg)	7,50		
Hierro (mg)	0,22		2,55
Magnesio (mg)	7,20		
Potasio (mg)	27,06		
Vitamina B2 (mg)	-		
Vitamina B1 (mg)	0,03		

*Fuente elaborado por Laboratorio de Alimentos y Aguas. Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera y laboratorio Bureau veritas. **Producto comercial. *** Producto comercial.

CONCLUSIONES

Los cuatro prototipos de productos (bebida, flan, mote y harina en base a quinua), presentó muy buena aceptación, por parte de los panelistas.

Destaca su valor biológico y nutricional, cuando se compara con productos similares que se comercializan hoy en día.

El hecho de ser un producto de origen vegetal, libre de gluten y nutritivo, puede despertar el interés de las industrias, tanto para la elaboración de suplementos exclusivos para deportistas, para niños en edad de crecimiento, personas con alergia alimentaria y también para consumidores con interés de alimentación más saludable.

La diversidad de productos que se pueden desarrollar junto con la cantidad de la composición de nutrientes puede ser un complemento para tener una alimentación sana y agregar valor en la elaboración de productos.

La harina de quinoa en cuanto a los minerales, se destaca el contenido de Fósforo, Magnesio y Calcio en comparación con las mezclas de harinas libres de gluten que se comercializan. Sin embargo, se necesitarán más estudios para analizar la biodisponibilidad de estos minerales.

Ensayos de prototipos industriales de Quínoa.

Investigador responsable: Susana Valenzuela.

Objetivo: determinar la vida útil de los productos desarrollados mote, bebida, flan y harina a base de quinoa.

MATERIALES Y METODOS

Como materia prima se utilizó quinua variedad Regalona cultivada por los investigadores de INIA Carillanca, Vilcún. La quinua fue escarificada, lavada y secada de modo de eliminar la saponina componente antinutricional. Los productos mote, bebida, flan y harina se elaboraron como se informó en los informes anteriores.

A todos los productos se le realizaron evaluaciones sistemáticas de indicadores de deterioro mediante parámetros microbiológicos y sensoriales, simulando las condiciones de mantención en supermercados temperatura de refrigeración de 0 a 5°C para la bebida, flan y mote, por un período de 30 días y a temperatura ambiente 15-20°C para la harina. Los productos bebida y flan fueron envasados en envases de vidrio con tapa rosca, para el mote se utilizaron bolsas ziploc selladas y la harina fue envasada y sellada en bolsas de polietileno.

Los ensayos microbiológicos fueron los indicados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos en el Artículo 173, en los puntos 5.1 "Harinas y almidones" los que corresponden a Mohos, levaduras y Salmonella. 14.9.- "Mermeladas, jaleas cremas de castañas, fruta confitada, preparados de frutas y verduras (incluida la pulpa)", parámetros Mohos y levaduras. 1.2 "Leches y crema pasteurizada (con o sin saborizantes)" 166, parámetros Recuento Aerobios Mesófilos (RAM) y Coliformes. 9.5 "Platos preparados y papillas listos para el consumo" parámetros Recuento Aerobio Mesófilos (RAM), Enterobacteriaceas, *E. coli*, *S. aureus* y Salmonella en 25g.

Se realizaron también evaluaciones sensoriales mediante las observaciones y comportamiento de los productos en el tiempo sobre sus características generales (sabor, olor y color) y estado de conservación. Los resultados obtenidos en laboratorio están interpretados de acuerdo a los Requisitos Normativos en Reglamento Sanitario de los Alimentos Dto. N°977/96.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recuentos microbiológicos y sensoriales de los productos (harinas, flan, bebida y mote). Los recuentos correspondientes al día cero y durante el almacenamiento se presentan en las tablas 1, 2, 3 y 4.

Tabla 1. Recuentos microbiológicos de la harina el día cero y almacenamiento

Parámetros	Recuentos Día 0	Recuentos Día 30	Requisitos Normativos R.S.A DTO N°977/96 Límite por gramo	
			m	M
Mohos UFC/g	$1,1 \times 10^2$	2×10^4	10^3	10^4
Levaduras UFC/g	$2,0 \times 10^3$	6×10^3	5×10^2	5×10^3
Salmonella			0	-

UFC/g : Unidad formadora de colonia por gramo; <10 UFC/g: No hubo desarrollo

Los resultados microbiológicos de la harina del día cero obtenidos en el laboratorio (Ver informe en anexo 1), indican que hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de Mohos y levaduras, pero no hubo desarrollo de salmonella. Los recuentos de Mohos y Levaduras transcurrido 30 días aumentaron por encima de los límites Normativos, lo cual muestra la importancia de las buenas prácticas de manufacturas y del control microbiológico en este tipo de producto.

Con estos resultados microbiológicos el periodo de duración de la harina es menor de lo esperado dado los resultados microbiológicos, esto puede deberse al tipo de envase que se utilizó para determinar la vida útil.

Con este resultado microbiológico el periodo de duración de la harina va a depender del envase primario, el cual debe ser un envase que no absorba la humedad y además que el producto se mantenga almacenado en un lugar fresco y seco. La harina debería ser envasada en bolsas de laminado poliéster-aluminio-polietileno en un ambiente higiénico, en estas condiciones la vida útil es más de 24 meses, Transcurrido este tiempo generalmente el producto puede perder sus características organolépticas. Este estudio de durabilidad se realizó en tiempo real por este motivo se debe seguir monitoreando sus características microbiológicas y organolépticas.

Tabla 2. Recuentos microbiológicos del flan el día cero y almacenamiento

Parámetros	Recuentos Día 0	Recuentos Día 4	Recuento s Día 11	Recuento Día 48	Requisitos Normativos R.S.A DTO N°977/96 Límite por gramo

					m	M
Mohos UFC/g	<10	<10	<10	<10	10^2	10^3
Levaduras UFC/g	<10	<10	14	64	10^2	10^3

UFC/g : Unidad formadora de colonia por gramo; <10 UFC/g: No hubo desarrollo

Los resultados microbiológicos del flan del día cero obtenidos en el laboratorio (Ver informe en anexo 1), indican que no hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de levaduras y mohos. Los resultados microbiológicos transcurrido 48 días, hubo un aumento del desarrollo de unidad formadora de colonia de levaduras todavía no superando el límite permitido, pero si el desarrollo va en aumento.

Tabla 3. Recuentos microbiológicos de la bebida el día cero y almacenamiento

Parámetros	Recuentos Día 0	Recuentos Día 6	Recuentos Día 12	Requisitos Normativos R.S.A DTO N°977/96 Límite por gramo	
				m	M
RAM UFC/g	$1,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$6,9 \times 10^2$	10^4	5×10^4
Coliformes totales NMP/g	<3			1	10

UFC/g : Unidad formadora de colonia por gramo; <10 UFC/g: No hubo desarrollo

Los resultados microbiológicos de la bebida de quinua del día 0 obtenidos en el laboratorio (Ver informe en anexo 1), indican que hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de recuento aerobio mesófilo y <3 de número más probable por gramo de coliformes totales.

Los resultados microbiológicos transcurrido 12 días, hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de Recuento aerobio de mesófilos. La calidad microbiológica de la bebida no se altera a los 12 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración (0-5°C). Pero sin embargo desde el punto de vista de los resultados de los análisis sensoriales, los descriptores utilizados por los panelistas para la bebida hasta 15 días de almacenamiento fueron: fresca, buen olor. Pero transcurrido el día 19 los panelistas encontraron descriptores tales como: no fresca, rancio y mal olor. Tal vez debido a la oxidación de las grasas en el producto ocurridas en el almacenamiento.

Tabla 4. Recuentos microbiológicos del mote cocido día cero y almacenamiento

Parámetros	Recuentos Día 0	Recuentos Día 6	Recuento s Día 12	Requisitos Normativos R.S.A DTO N°977/96 Límite por gramo	
				m	M
RAM UFC/g	$1,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	10^3	10^4
E. coli NMP/g	<3			<3	-
S. aureus UFC/g	<10			10	10^2
Enterobacteria s UFC/g	54			10	10^2

Salmonella en 25g p/a	ausencia			-	-
--------------------------	----------	--	--	---	---

NMP/ g: Número más probable por gramo; UFC/g: Unidad Formadora de colonia por gramo
p/a: presencia/ausencia; <3 NMP/g: No hubo desarrollo; <10 UFC/g: No hubo desarrollo

Los resultados microbiológicos de la quinua cocida del día cero obtenidos en el laboratorio (Ver informe en anexo 1), indican que no hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de *S. aureus* y <3 de número más probable por gramo de *E. coli*, pero si hubo desarrollo de unidad formadora de colonia de Enterobacterias. Los resultados microbiológicos transcurrido 6 días, hubo un aumento del desarrollo de unidad formadora de colonia de Recuento aerobio de mesófilos superando el límite permitido.

Con estos resultados microbiológicos el periodo de duración de la quinua mote es menor de lo esperado dado los resultados microbiológicos, esto puede deberse al tipo de envase que se utilizó para determinar la vida útil. Ya que las condiciones de almacenamiento siempre se mantuvieron entre 0-5°C. Nuevamente se elaboró el producto y se envaso en envase de Doy Pack transparente. Y los resultados microbiológicamente de la quinua cocida indicaron que a los 10 días de almacenamiento hubo desarrollo unidad formadora de colonia de Recuento aerobio de mesófilos no superando el límite permitido. El envase puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar las características del producto por este motivo el material de empaque, es muy importante al momento de hacer la selección de este, de tal manera que contribuya a prolongar la vida útil del alimento.

Anexo 4. Actividades relacionadas con objetivo 4 (Transferir y difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y empresas del centro-sur de Chile).

1.- TEMPORADA 2015-2016:

4/08/2015: Ceremonia de Lanzamiento. Se adjunta la presentación en power point, pendón, cartilla del proyecto y con su listado de asistencia firmada (copia en pdf).



Informe técnico final
V 2018-06-29

Foto: Participación en “Seminario Ciencia Empresa en La Frontera”



11/12/2015: Día de campo de Tranapunte. Se preparó un pendón (se adjunta copia) para instalar en el campo y se dieron 6 charlas a seis grupos de agricultores y técnicos correspondientes a un total de 437 personas (se adjunta copia de nómina en pdf). Dado la cantidad de asistentes, sólo se registró el nombre y datos de contacto.



Quinoa:
innovando con un cultivo ancestral

Tecnologías para potenciar el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), como opción productiva para la Agricultura Familiar en la zona centro-sur de Chile.

Objetivo 1: Identificar genotipos de quinoa con características superiores y/o funciones subproductos en términos de productividad y calidad.

A partir de una amplia colección de genotipos (125 accesiones), contar con el mejor 5 genotipos seleccionados por atributos superiores en rendimiento y calidad.

Estos genotipos superiores se multiplican y distribuyen a las comunidades locales del proyecto.



Objetivo 2: Definir tecnologías de manejo agroecológico integral que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile.

- Optimizar la siembra del cultivo con una dosis de semilla y eficiencia sobre áreas determinadas.
- Establecer las dosis óptimas de fertilizantes para N y K, y su parcelización según el desarrollo del cultivo.
- Quantificar la cantidad necesaria de agua y momentos de riego.
- Identificar herbicidas selectivos, momentos de aplicación y la eficiencia de control sobre las malezas que invaden el cultivo.
- Identificar los principales problemas, enfermedades y plagas, y recomendar las mejores opciones de control.
- Integrar en un paquete de manejo agroecológico todo uno de los factores mencionados, que aseguren rendimiento y calidad en la productividad y valor agregado.



COMUNIDAD DOMINGO CANO N°1
COMUNIDAD DOMINGO CANO N°2
COMUNIDAD ANTONIO MAINI N°1
COMUNIDAD ANTONIO MAINI N°2



www.inia.cl

Quinoa:
diversificando y fortaleciendo la producción en la pequeña agricultura

Objetivo 3: Incrementar el potencial productivo en base a quinoa que permitan ser escuchados por actores de la agricultura familiar en el medio rural.

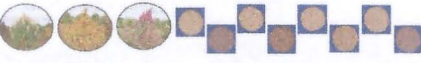
Con los genotipos seleccionados por características agroecológicas, calidad de grano y valor nutricional, se demostrarán en nuestro prototipo industrial:

- Bodega de quinoa
- Suplemento nutritivo para niños y adultos.



Objetivo 4: Transferir y adaptar las tecnologías generadas a productores, gestores y empresas del sector rural de Chile.

- Edición de cartillas, boletín de prensa y manual de procesamiento de productos industriales.
- Ocas de campo en dos localidades (Yvon y Tranapunte).
- Seminario informacional al cierre del proyecto.
- Feria gastronómica con los distintos productos industriales desarrollados.
- Sellos de calidad (PTC quinoa INIA), que certifica el cumplimiento de procedimientos definidos.
- Visión tecnológica en conjunto con la 1. Municipalidad de Yvon.
- Escalabilidad de semillas, participando con comunidades locales.
- Información en página Web y Facebook de INIA Carillanca.
- Charlas y visitas técnicas.

www.inia.cl

Pendón para instalarse en actividades de campo junto a los ensayos y/o unidades demostrativas de Carillanca y Tranapunte (hoja 1 y 2, cada una de una dimensión de 1,5 x 1 m).

Artículo Divulgativo: Quínoa: oportunidad y desafío para la agricultura familiar campesina en Chile. Revista Tierra Adentro. Edición Especial. Pp: 62-67. Nov-Dic. 2015 El artículo se puede ver en el siguiente link: <http://www.inia.cl/blog/2015/12/04/nueva-revista-tierra-adentro/>.

29/03/2016: Asesoría a equipo técnico de la Municipalidad de Vilcún (2 profesionales), cosecha mecanizada y manual con agricultores de la Localidad Lincad (19 agricultores).

15/06/2016: Charla técnica realizada por el Coordinador del Proyecto, a 20 asistentes provenientes de Chile, España, México y Holanda, que son parte del 9° CLAC (Congreso Latinoamericano de Clusters; UFRO, IDER, TCI), correspondientes a la sección de alimentos funcionales y nutricionales.

15/06/2016: Participación como expositores con prototipos de productos bebida láctea y flan a base de quínoa en el "9 clac Congreso latinoamericano de Clusters" en la Universidad de La Frontera (ver fotografía anexa). La participación en este congreso tuvo la finalidad de difundir el proyecto en el congreso, con una asistencia de 18 personas entre empresarios y representantes de instituciones como CORFO y FIA.

Artículo Divulgativo: Programa de mejoramiento genético de quínoa, la nueva apuesta de INIA. Revista Tierra Adentro. Edición Especial. Pp: 38-41. Nov-Dic. 2015 El artículo se puede ver en el siguiente link: <http://www.inia.cl/blog/2015/12/04/nueva-revista-tierraadentro/>.

Artículo Divulgativo: Avances en el manejo agronómico del cultivo de quínoa en Chile. Revista Tierra Adentro. Edición Especial. Pp: 48-51. Nov-Dic. 2015 El artículo se puede ver en el siguiente link: <http://www.inia.cl/blog/2015/12/04/nueva-revista-tierra-adentro/>.

Artículos de prensa en Internet: INIA Carillanca impulsa el cultivo de la Quínoa trabajando con comunidades mapuche (publicación en dos medios escritos, Mundo Agropecuario de ámbito Nacional y El Periódico de ámbito Regional). Se adjunta link de los artículos:

<http://www.mundoagropecuario.cl/index.php?modulo=&cat=14&view=1&idnews=59575&especial=>

<http://www.elperiodico.cl/2016/12/inia-carillanca-impulsa-el-cultivo-de-la-quinoa-trabajando-con-comunidades-mapuches-de-vilcun/>

2.- TEMPORADA 2016-2017



Fotografía con actividad en terreno del equipo técnico visitando uno de las siembras establecidas en las comunidades mapuche socias del proyecto.

Visita de una delegación de pequeños agricultores de Dalcahue, Chiloé (11/11/2016) a los ensayos del Proyecto en INIA Carillanca. Se contó con la asistencia de 18 agricultores (16 mujeres y 2 hombres) y 2 profesionales (1 mujer y 1 hombre) del PDTI Dalcahue.



Fotografías. Asistentes y parte del recorrido en los ensayos de quínoa en INIA Carillanca.

Delegación de agricultores de Nueva Imperial (23/11/2016), visitando el proyecto en la Localidad de Tranapunte.



Fotografía. Agricultores visitando los ensayos de quínoa en Tranapunte.

Establecimientos de los semilleros participativos en las Comunidades socias del proyecto en el Sector de Curileo de la comuna de Vilcún:

- a. Comunidad Domingo Canio 2, Hijuela 73-A, Agricultora Sra. Isabel Huencho. Durante el mes de septiembre se realizó la preparación de suelo, y con el último rastraje se realizó la incorporación de cal (1 ton/ha). La siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-25 el 20 y 21 de octubre, respectivamente, a una dosis de 10 kg/ha y en una superficie de 0,3 ha aproximadamente. Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha). La fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas y 8 hojas), 160 kg/ha de P (siembra), 50 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). El 15 de noviembre se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L7Ha) y el 17 de noviembre se realizó la única limpia manual (12 jh).
- b. Comunidad Domingo Caniu, Hijuela 77, Agricultora Sra. Herminia Cheuquel. Durante el mes de septiembre se realizó la preparación de

suelo, y con el último rastraje se realizó la incorporación de cal (1 ton/ha). La siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-15 el 21 de octubre, a una dosis de 10 kg/ha, y en una superficie de 0,13 ha. Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha). La fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas y 8 hojas), 160 kg/ha de P (siembra), 50 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). El 15 de noviembre se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L7Ha). El cultivo no requirió de limpiezas manuales.

- c. Comunidad Antonio Paine 1, Hijuela 63, Agricultora Sra. Rosa Nahuelqueo. Durante el mes de septiembre se realizó la preparación de suelo, y con el último rastraje se realizó la incorporación de cal (2 ton/ha). La siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-22 el 24 de octubre, a una dosis de 10 kg/ha, y en una superficie de 0,17 ha. Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha). La fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas y 8 hojas), 160 kg/ha de P (siembra), 50 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). El 15 de noviembre se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L7Ha). El cultivo requirió varias limpiezas manuales, labores que se realizaron entre el 5 al 8 de diciembre.
- d. Comunidad Antonio Paine 2, Hijuela 98, Agricultor Sr. Rafael Huichilao.. Durante el mes de septiembre se realizó la preparación de suelo, y con el último rastraje se realizó la incorporación de cal (1 ton/ha). La siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-01 el 25 de octubre, a una dosis de 10 kg/ha, y en una superficie de 0,13 ha. Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha). La fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas y 8 hojas), 160 kg/ha de P (siembra), 50 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). El 15 de noviembre se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L7Ha). El cultivo requirió una limpieza, que se realizó el 9 de diciembre.



Fotografías: Semillero de las Comunidad Domingo Canio 2 (izquierda) y Domingo Caniu (derecha).



Fotografías: Semillero de las Comunidad Antonio Paine 1 (izquierda) y Antonio Paine 2 (derecha).

PROYECTO QUINOA (24/11/2016) Reunión de Avance, Lugar: INIA Carillanca.



Fotografía de la actividad realizada en INIA Carillanca.

DÍAS DE CAMPO



Foto 1° día de Campo INIA Carillanca (12/01/2017), con 182 asistentes (se adjunta lista de los asistentes)



Foto 2° día de Campo en Tranapunte (19/01/2017), con 66 asistentes.



Fotos del 3° día de Campo en la Comunidad Domingo Canio 2 (26/01/2017), con aproximadamente 30 asistentes. Asistencia Ejecutivo del FIA Región de La Araucanía y Alcaldesa de Municipio de Vilcún.



Fotos con las variadas preparaciones a base de quínoa realizada por las Comunidades en el 3° día de campo.

TALLER DE LA MESA DE LA QUÍNOA (levantamiento de brechas; actividad coordinada por FIA-ODEPA-INIA).

Informe técnico final
V 2018-06-29



Fotos de la actividad en sala realizado en INIA Carillanca y visita a terreno de las siembras en las comunidades con cóctel preparado por dos agricultoras socias del proyecto.

ENLACES DE NOTICIAS RELACIONADAS CON DÍAS DE CAMPO:

<http://autonomatelevision.cl/2017/01/20/dia-de-campo-en-inia-carrillanca-impulsa-cultivo-de-quinoa-en-el-sur-de-chile/>

<http://www.ufromedios.cl/iniciativa-local-busca-potenciar-el-cultivo-de-la-quinoa-en-la-araucania/>

<http://www.inia.cl/prensa/noticias> (WEB de INIA)

www.facebook.com/people/Inia-Carillanca/100009589294127 (Facebook INIA Carillanca)

GIRA TECNOLÓGICA DE INNOVACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA QUÍNOA EN CHILE. Actividad financiada por la Convocatoria Nacional de Giras de Innovación del FIA 2017 (PUC, INIA, INDAP, agricultores). Gira Tecnológica a Puno, Perú. Participación del coordinador del proyecto.

VI CONGRESO MUNDIAL DE LA QUÍNOA:



Participación con 5 trabajos: se indica la autoría, título y referencia.

Díaz, J., Seguel, I., Mera, M., Campillo, R., Galdames, R., López-Olivari, R., Navarro, P., Morales, A., Torralbo, L. y Valenzuela, S. 2017. Potenciando la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd), como opción productiva para la agricultura familiar del sur de Chile. Resúmenes de Exposiciones VI Congreso Mundial de la Quinoa, III Simposio Internacional de Granos Andinos. Perú. pag: 61.

Morales A., Seguel I., Díaz J., Molina A. 2017. Phenotypic variation of sea level quinoa (*Chenopodium quinoa*) collection. Resúmenes de Exposiciones VI Congreso Mundial de la Quinoa, III Simposio Internacional de Granos Andinos. Perú. pag: 24.

Galdames, R., Contreras, E. y Díaz, J. 2017. Situación fitopatológica de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), y estimación de pérdidas causada por *P. variabilis* en el sur de Chile. Resúmenes de Exposiciones VI Congreso Mundial de la Quinoa, III Simposio Internacional de Granos Andinos. Perú. pag: 60.

López-Olivari, R. y Díaz, J. 2017. Respuesta de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) al déficit hídrico en un clima templado del sur de Chile. Resúmenes de Exposiciones VI Congreso Mundial de la Quinoa, III Simposio Internacional de Granos Andinos. Perú. pag: 60. Pág: 30

Díaz, J., Contreras, G. y Morales, A. 2017. Tolerancia y eficacia de control de herbicidas en el cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Resúmenes de Exposiciones VI Congreso Mundial de la Quinoa, III Simposio Internacional de Granos Andinos. 21-24 de marzo, Puno, Perú. pag: 63.

SIEMBRAS DE QUÍNOA EN LAS COMUNIDADES SOCIAS DEL PROYECTO EN EL SECTOR DE CURILEO DE LA COMUNA DE VILCÚN: 4 sitios.

Manejo general de las siembras:

- Preparación de suelo: Barbecho químico: 24/08/2016 - Rastra discos (1): 26/09/16 - Arado cincel (1) + vibrocultivador (2): 14/10/2016
- Siembra: 20-21-24-25/OCTUBRE/2016. 10 kg/ha. Desinfección (fungicida + insecticida) - Herbicida pre-emergente
- Fertilización: Nitrógeno (kg/ha): 40 + 110 + 50 (siembra; 4-6 hojas; ~8 hojas) - Fósforo (kg/ha): 160 (siembra) - Potasio (kg/ha): 25 + 25 (siembra; 4-6 hojas)
- Control sanitario y malezas: Aplicación fungicida (15 noviembre) – 1 Limpia (17 noviembre)
- Cosecha: 14-15/03 (Regalona); 14-28/03 (genotipos). 1° Trilla mecanizada y 2° dos pasadas por la Trilladora estacionaria (limpieza del grano).

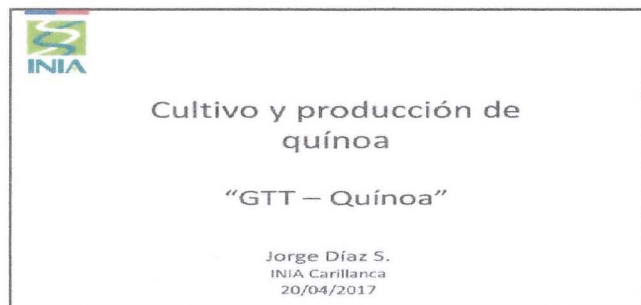
Resultado de las siembras:

Comunidad/Sitio	Superficie (m2)			Producción (kg)		Rendimiento (qq/ha)	
	Regalona	Genotipo	Total	Regalona	Genotipo	Regalona	Genotipo
Com. Domingo Canio 2/ Sitio 1	2.740	87 (BO-25)	2.827	403	9,2	15,0	10,6
Com. Domingo Caniu/ Sitio 2	1.175	84 (BO-15)	1.259	224	16,4	19,0	19,4
Comunidad Antonio Paine 1/ Sitio 3	1.620	85 (BO-22)	1.705	213,2	10,2	13,2	12,1
Comunidad Antonio Paine 2/ Sitio 4	1.206	72 (BO-01)	1.278	222,5	8,6	18,4	11,9
TOTAL	6.741	328	7.069	1.062,7	44,4	16*	13,5



Foto: Cosecha con automotriz (Sitio 1: Comunidad Domingo Canio 2) y estado del cultivo a la cosecha en el sitio 2 (Comunidad Domingo Caniu)

CHARLA AL GRUPO GTT DE QUÍNOA.



Primera diapositiva de la presentación.

3.- TEMPORADA 2017-2018.

REUNIÓN CON AGRICULTORES DE LAS 4 COMUNIDADES Y EQUIPO TÉCNICO DE LA MUNICIPALIDAD DE VILCÚN. (28/06/2017)

Fecha y Lugar: 28/06/2017 en INIA Carillanca.

Asistencia: 7 agricultores representantes de las 4 Comunidades socias, 3 profesionales del equipo técnico de la Municipalidad de Vilcún, ejecutivo FIA del proyecto, 2 profesionales de INIA (Coordinador del proyecto y Ayudante de Investigación).

Objetivos de la Reunión:

Presentar avance en las actividades del proyecto.

Planificar y programar las actividades conjuntas.

<http://www.mundoagropecuario.cl/index.php?modulo=&cat=24&view=1&idnews=60231&especial=> (link con la noticia de la reunión del Newsletter MUNDO AGROPECUARIO).

Participación en la Expo Sofo 2017 en Temuco con un stand donde se hicieron degustaciones de bebida de quinoa, jalea de quinoa y mote de quinoa.



Figura 7. Exposición de los productos en Exposofa 2017 Temuco (10 y 11 de noviembre de 2017).

Exposición sobre avances del Proyecto quínoa en Seminario “Cultivo y Comercialización de la Quinoa” Organizado por la Municipalidad de Vilcún. 06/11/2017.



Vista de los asistentes al seminario organizado por la Municipalidad de Vilcún en torno al cultivo de la quínoa (6/11/17).

Delegación de agricultores del GTT de quínoa y miembros de Cooperativa Kinwa-Vilcún



Foto. Asistentes al recorrido de campo de los ensayos de investigación del proyecto en INIA Carillanca (22/12/2017).

Acciones de promoción de consumo de la quínoa en la JUNAEB, por parte de INIA, Municipalidad de Vilcún y UFRO.

Noticia con el panel de degustación o aceptabilidad de la quínoa en un colegio de la Comuna de Vilcún (Diario El Austral, 13/09/2017).

VIDA SALUDABLE

INCORPORAN LA QUÍNOA EN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESTUDIANTIL

MUNICIPALIDAD DE VILCÚN Y JUNAEB. Producto fue degustado por estudiantes de Complejo Educacional La Granja de la comuna.

El Austral

(www.elaustral.cl)

En el marco de un proyecto piloto que tiene por objeto incorporar alimentación más saludable en la población vinculando a su vez a productores locales, la Municipalidad de Vilcún, en conjunto con la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (Junaeb), realizaron una prueba de aceptación de quínos en estudiantes del Complejo Educacional La Granja de Cajón, en la comuna de Vilcún.

Durante la hora de almuerzo, el tradicional arroz con leche considerado en el postre que diariamente entrega la empresa Dipalsa, fue variado por quínos con leche, con el objeto de medir la aceptación del nuevo producto alimentario en los estudiantes de este recinto educacional.

INNOVACIÓN

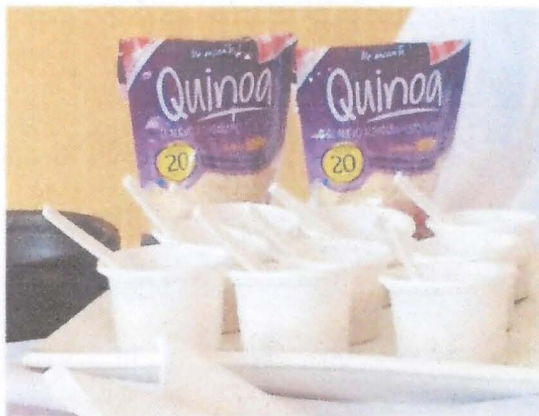
Carola Rodríguez, directora regional de Junaeb, puntualizó que esta iniciativa fue propiciada por la alcaldesa Susana Aguilera, quien los invitó a innovar en la preparación

"Tenemos 25 agricultores interesados en la plantación de la quínoa que estamos trabajando a raíz de un convenio con Inia Carillanca y buscando canales de comercialización que también son importantes".

Susana Aguilera, alcaldesa de Vilcún



EL SEREMI DE EDUCACIÓN DESTACÓ LA INICIATIVA QUE SE IMPLEMENTA EN VILCÚN.



EL OBJETIVO FUE MEDIR LA ACEPTACIÓN DEL NUEVO PRODUCTO ALIMENTICIO ENTRE LOS ESTUDIANTES.

del postre, ya que "es tarea de Junaeb procurar que la alimentación que se entrega a los niños y niñas sea saludable, nutritiva y rica, para que se coman lo que va en la bandeja".

La muestra fue degustada entre niños y niñas desde prebásica a séptimo básico, y Junaeb ahora deberá medir la acepta-

bilidad de los resultados e intentar, a su vez, la compra de estos productos a cooperativas o asociaciones de agricultores de la comuna con el objeto de potenciar también, la economía local.

La importancia de esta prueba de aceptación fue destacada por la alcaldesa Susana Aguilera,

en el entendido de que "cambiar el chip de alimentarse mejor es comenzar a enseñar a cuidar la salud".

"Con esto también estamos potenciando nuestro trabajo productivo. Tenemos 25 agricultores interesados en la plantación de la quínoa que estamos trabajando a raíz de un conve-

nio con Inia Carillanca y buscando canales de comercialización que también son importantes", puntualizó.

PRIORIDAD

El seremi de Educación, Marcelo Segura, destacó que la Presidenta Michelle Bachelet, ha puesto como eje de su gobierno la nueva educación pública conectada al territorio donde los niños estudian. "Esta actividad tiene que ver con eso, con cómo articular la vida de los campesinos del territorio con la vida educativa de sus hijos a través de la vida saludable. Estamos muy contentos con esta iniciativa local y del gobierno para que niños y niñas puedan alimentarse mejor, pero también dinamizar el territorio económicamente", manifestó.

Respecto del resultado de la prueba, tanto la alcaldesa como la directora regional de Junaeb coincidieron en que la mayor aceptación estuvo entre los niños y niñas más grandes, con mayor capacidad de probar algo novedoso.

Entrevistas al Coordinador del Proyecto (Jorge Díaz):

Entrevista radial en el programa FARO AGRICOLA, que es emitido por varias emisoras de la Región. 13/08/2017

https://drive.google.com/file/d/0ByLkZ2Y_Mm2tc3pMSnZqSS1oc28/view?usp=drive_web

Se adjunta enlace de la entrevista realizada el 26 de julio:

<https://www.youtube.com/watch?v=qBZ-rKsiy1s&t=1018s>

Establecimientos de semilleros participativos en las Comunidades socias del proyecto en el Sector de Curileo de la comuna de Vilcún.

Análisis de suelo realizado en los sitios de siembra de las comunidades.

IDENTIFICACIÓN	pH	%	ppm		----- cmol (+) / kg -----					CICE	% SAT Al
	H2O	M.O.	N	P	Ca	Mg	K	Na	Al		
HIJUELA 63	5,62	11,67	14	17,38	4,21	1,02	0,67	0,10	0,68	6,67	10,18
HIJUELA 73-A	5,65	11,36	16	16,98	6,80	1,15	1,28	0,09	0,33	9,64	3,40
HIJUELA 77	5,80	18,91	12	6,22	3,75	0,39	0,29	0,08	0,13	4,63	2,71
HIJUELA 79	5,68	8,80	22	20,10	5,72	1,14	0,93	0,07	0,21	8,06	2,60

Comunidad Domingo Canio 2, Higuera 73-A, Agricultora Sra. Isabel Huencho. En el mes de julio se realizó un barbecho químico (5/07/2017), luego en el mes de agosto se realizó la preparación de suelo (rastra de disco, arado de cincel y vibrocultivador), y la siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-25 (dosis de 10 kg/ha de cada uno) el 27/09/2017, en una superficie de 300 m² (250 m² con la var. Regalona y 50 m² con el genotipo). Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha) y la fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas e inicios de panoja), 140 kg/ha de P (siembra), 60 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). Previo a la siembra se aplicó 400 kg de Cal, que se incorporó con las labores de suelo. Durante octubre (23/10/2017) se realizó la primera limpia de malezas y a fines de noviembre una segunda limpia (25/10/2017). El 21/11/2017 se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L/ha con un gasto de 400 L/ha de agua), para controlar los primeros síntomas de mildiu. Lamentablemente, en este sitio no se contó con un adecuado compromiso de los productores durante el ciclo del cultivo, afectando su desarrollo y productividad.



Foto 1. Situación de la parcela un mes (a) y dos meses después de la siembra (b) en la Higuera 73-A.

Comunidad Domingo Caniu, Higuera 77, Agricultora Sra. Herminia Cheuquel. En el mes de julio se realizó un barbecho químico (5/07/2017), luego en el mes de agosto se realizó la preparación de suelo (rastra de disco, arado de cincel y vibrocultivador), y la siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-15 (dosis de 10 kg/ha de cada uno) el 9/11/2017, en una superficie de 1.030 m² (910 m² con la var. Regalona y 120 m² con el genotipo). Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha) y la fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas e inicios de panoja), 220 kg/ha de P (siembra), 140 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). A principios de diciembre (9/12/17) se realizó la primera limpia de malezas y 18/12/2017) se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L/ha con un gasto de 400 L/ha de agua), para controlar los primeros síntomas de mildiu.



Foto 2. Situación de la siembra al 29/11/2017 en la higuera 77.

Comunidad Antonio Paine 1, Higuera 63, Agricultora Sra. Rosa Nahuelqueo. En el mes de julio se realizó un barbecho químico (5/07/2017), luego en el mes de agosto se realizó la preparación de suelo (rastra de disco, arado de cincel y vibrocultivador), y la siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-22 (dosis de 10 kg/ha de cada uno) el 29/09/2017, en una superficie de 1.400 m² (1.230 m² con la var. Regalona y 170 m² con el genotipo). Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha) y la fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas e inicios de panoja), 140 kg/ha de P (siembra), 100 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas)

y 1 kg/ha de B (siembra). Previo a la siembra se aplicó 1.000 kg de Cal, que se incorporó con las labores de suelo. En noviembre (14/11/2017) se realizó la primera limpia de malezas y el 21/11/2017 se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L/Ha con un gasto de 400 L/ha de agua), para controlar los primeros síntomas de mildiu.

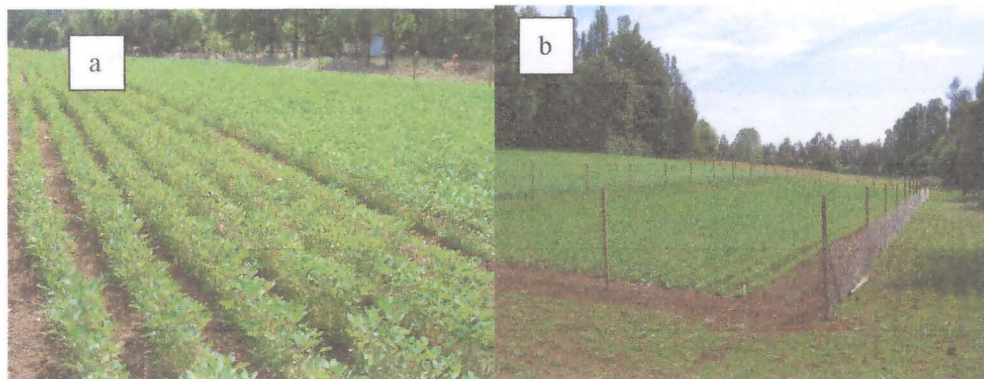


Foto 3. Situación de la siembra (29/11/2017), vista cercana (a) y vista general del sitio (b) en la hijuela 63.

Comunidad Antonio Paine 2, Hijuela 79, Agricultor Sra. Elena Trañolao. En el mes de julio se realizó un barbecho químico (5/07/2017), luego en el mes de agosto se realizó la preparación de suelo (rastra de disco, arado de cincel y vibrocultivador), y la siembra se realizó con la variedad Regalona y el genotipo BO-01 (dosis de 10 kg/ha de cada uno) el 28/09/2017, en una superficie de 1.160 m² (1.045 m² con la var. Regalona y 115 m² con el genotipo). Se aplicó el herbicida Metamitron en preemergencia (3 kg/ha) y la fertilización según análisis de suelo fue de 200 kg/ha de N (parcializado a la siembra, 4-6 hojas e inicios de panoja), 140 kg/ha de P (siembra), 100 kg/ha de K (siembra y 4-6 hojas) y 1 kg/ha de B (siembra). En noviembre (14 y 15 /11/2017) se realizó la primera limpia de malezas y el 21/11/2017 se realizó una aplicación de Zampro (0,8 L/Ha con un gasto de 400 L/ha de agua), para controlar los primeros síntomas de mildiu.



Foto 4. Situación de la siembra (29/11/2017), vista cercana (a) y vista de un sector en que se está realizando una labor de control de malezas en el genotipo (b) en la hijuela 79.

Parcelas demostrativas de quínoa en Traiguén y Curacautín.

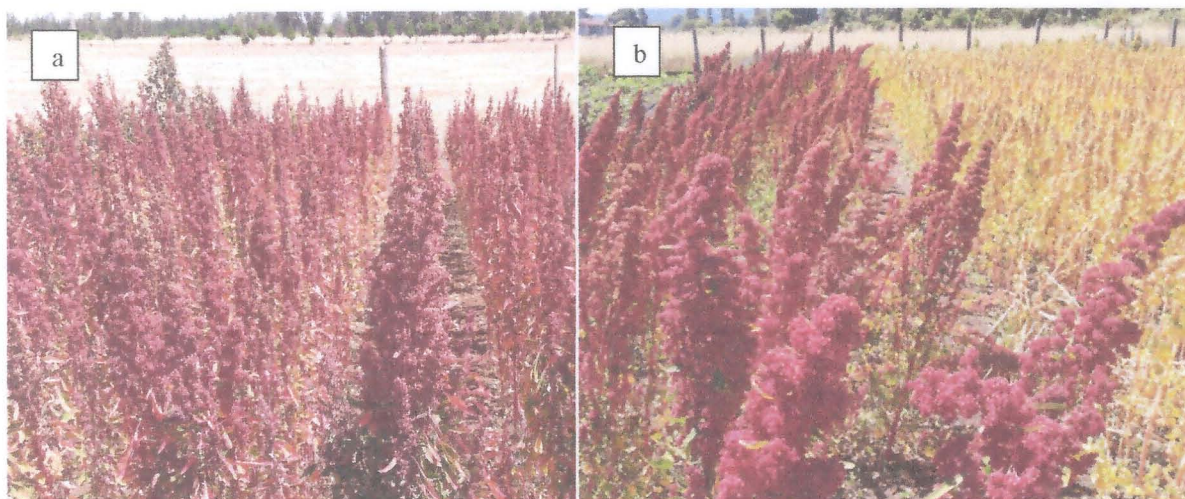


Foto: Sitio en Traiguén (a) y sitio en Curacautín (b)

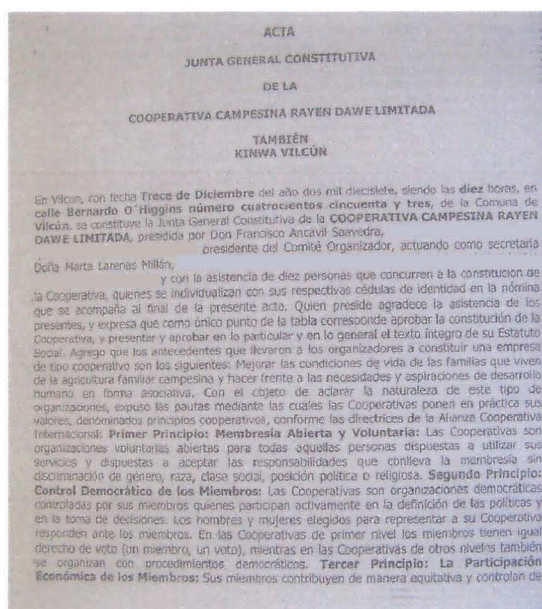
Sitio Traigén:

Agricultora Sra. Zunilda del Transito Bahamondes Huenchunao, del Sector San José, comuna de Traiguén, Comunidad Chanco Marihual Bajo. La siembra se realizó el 13/10/17 con la var. Regalona (80 m²) y el genotipo BO-01 (24 m²) a una distancia entre hilera de 40 cm, dosis de 10 kg/ha a chorro continuo. La fertilización fue de 240 kg/ha N parcelizada, 261 kg/ha P₂O₅, 160 kg/ha K₂O y 1 kg/ha B. El control de malezas se realizó con herbicida Metamitron 3 kg /ha de pre- emergencia, y una aplicación de Zampro 0,8 L/ha para el control de mildiú. Los resultados obtenidos fueron de rendimientos equivalentes a 25 qq/ha con Regalona y de 9 qq/ha con BO 01.

Sitio de Curacautín:

Agricultora Sra. Nolfia Berta Guíñez Núñez, del Sector Santa Inés, Comuna de Curacautín. La fecha de siembra fue el 8/09/2017, y los genotipos, superficie, dosis, fertilización, control de malezas y enfermedades, fue similar al realizado en el sitio Traiguén. Los rendimientos fueron sorprendentemente muy buenos llegando a 27,5 qq/ha con Regalona y 33 qq/ha con BO 01.

Otras actividades: Colaboración en la creación de una Cooperativa de pequeños productores de quínoa. Se adjunta primera página del acta de constitución y nómina de socios (Diciembre de 2017).



Primera página del acta de constitución de la cooperativa y listado de socios de la cooperativa.

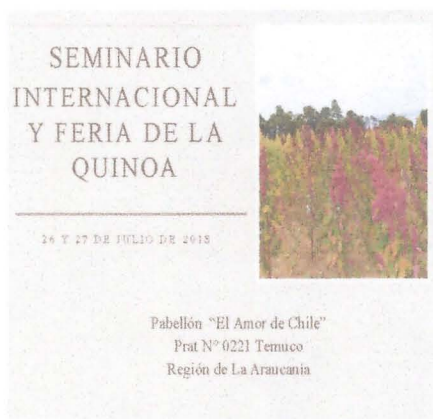


Día de campo de Carillanca (23 – 01 – 2018)



Día de campo de Tranapunte (31 – 01 – 2018).

Realización del Seminario de Finalización del Proyecto y Feria de prototipos.



PROGRAMA PRIMER DÍA

Jueves 26, Julio 2018

POTENCIALIDAD Y MERCADO DE LA QUINOA		
Horario	Tema	Expositor
13:00 - 13:30	Inscripciones	Equipo INIA
13:30 - 14:30	Almuerzo	
14:30 - 14:45	Ingreso Salón	
14:45 - 15:00	Saludo Autoridades	
15:00 - 15:45	Visión mundial de la quinoa	Byron Jara, FAO
15:45 - 16:15	Lineamientos y resultados del Proyecto quinoa "Tecnologías para potenciar el cultivo de quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), como opción productiva para la AFC en la zona centro-sur de Chile"	Jorge Díaz, INIA
16:15 - 16:45	Caracterización y regeneración de genotipos de quinoa austral	Ivette Seguel, INIA
16:45 - 17:00	Café	
17:00 - 17:30	Manejo agronómico y producción de quinoa de la zona central	Cristián Alfaro, INIA

PROGRAMA SEGUNDO DÍA

Viernes 27, Julio 2018

MANEJO AGRONÓMICO DE LA QUINOA DEL SUR		
Horario	Tema	Expositor
8:30 - 9:00	Establecimiento de la quinoa	Mario Mera, INIA
9:00 - 9:30	Manejo de la fertilización en quinoa	Ricardo Campillo
9:30 - 10:00	Manejo del riego en quinoa	Rafael López, INIA
10:00 - 10:15	Café	
10:15 - 10:45	Malezas y su control en quinoa	Jorge Díaz, INIA
10:45 - 11:15	Enfermedades y su control en quinoa	Rafael Galdames, INIA
11:15 - 11:45	Plagas asociadas al cultivo de la quinoa	Patricia Navarro, INIA
11:45 - 12:30	Costos y rentabilidad de la quinoa	Luis Torralba, UFRO
12:30 - 13:30	Almuerzo	
PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA QUINOA		
Horario	Tema	Expositor
13:30 - 14:00	Producción y procesamiento de quinoa: experiencia de industria local	Jaime Suazo, Avelup Limitada
14:00 - 14:30	Desarrollo de prototipos industriales de quinoa	Luis Torralba, UFRO
14:30 - 15:30	Muestra de prototipos desarrollados en base a quinoa	Susana Valenzuela, UFRO
15:30 - 16:00	Expositores de productos de quinoa	Pequeñas empresas y organizaciones de productores
16:00 - 17:30	Cierre del Proyecto y Cóctel	Autoridades y equipo de trabajo proyecto

ASOCIADOS



Programa del Seminario Internacional y Feria de Prototipos, realizado el 26 y 27 de Julio de 2018 en el Pabellón del Amor de Chile. Temuco.



Presentación del experto FAO en Seminario y vista parcial de la Feria con expositores locales con productos en base a quinoa producida en La Araucanía.



Vista parcial de los asistentes al almuerzo y en el salón auditorio.

Enlace a Facebook de la actividad:

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2047400402256250&set=pcb.2047408582255432&type=3&theater>

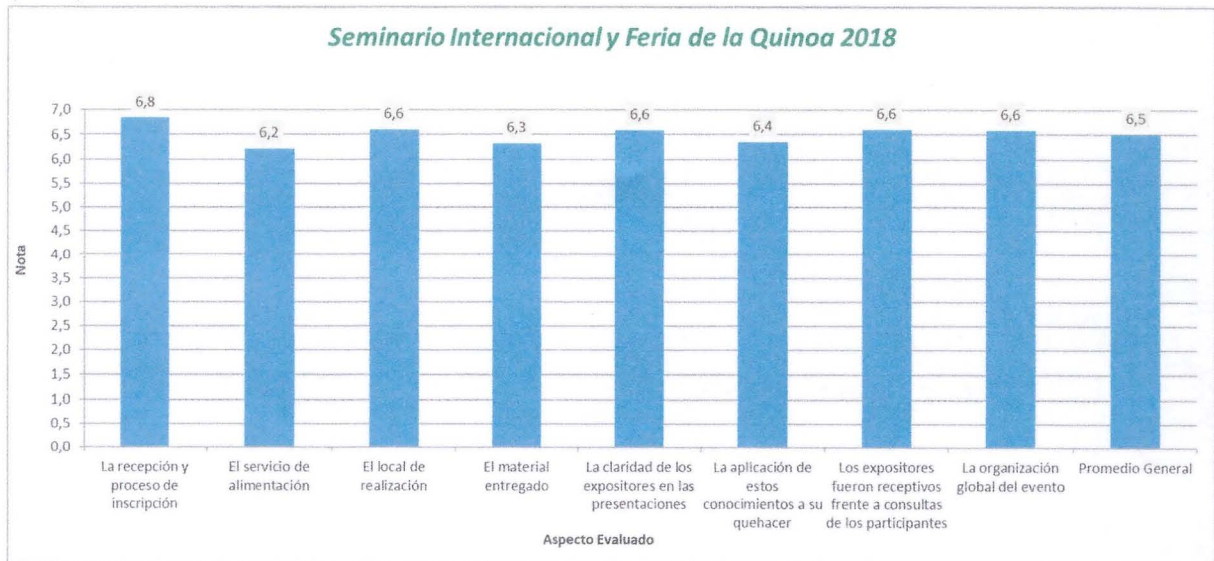
Evaluación del Seminario realizado el 26 y 27 de julio de 2018, por parte de los asistentes en base a la siguiente encuesta:

Nº	Aspecto	Nota
1	La recepción y proceso de inscripción	
2	El servicio de alimentación	
3	El local de realización	
4	El material entregado	
5	La claridad de los expositores en las presentaciones	
6	La aplicación de estos conocimientos a su quehacer	
7	Los expositores fueron receptivos frente a consultas de los participantes	
8	La organización global del evento	

Colocar una nota de 1 a 7 para evaluar en cada aspecto.

Indique cualquier otro aspecto que considere relevante comentar:

Gráfico con los resultados de la encuesta respondida por 52 asistentes de un total de 121 (43%).

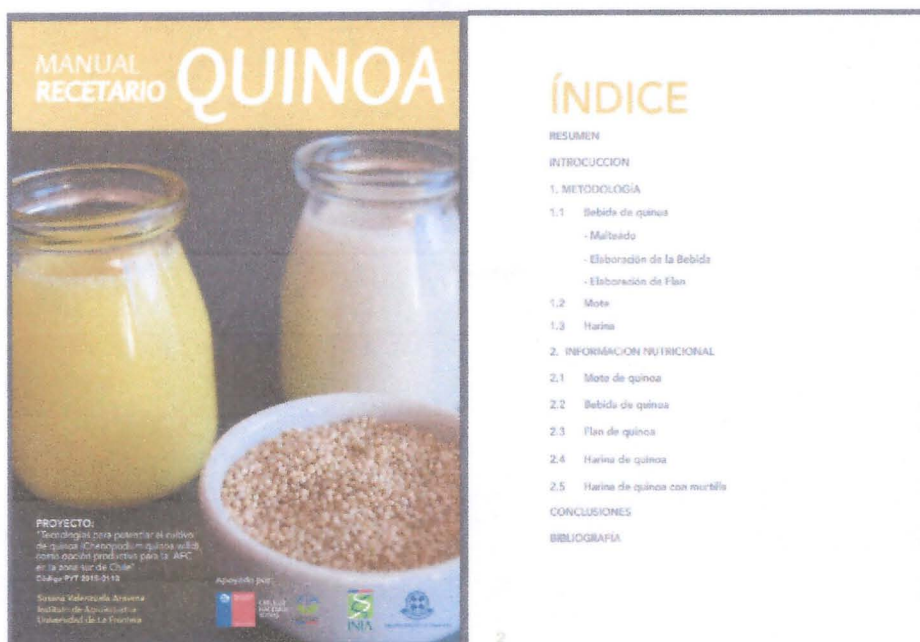


Informativos: 8 (300 unidades c/u). Entregados durante el Seminario. Se pueden descargar del siguiente link: <http://biblioteca.inia.cl/link.cgi/informativos-inia/carillanca/>



Elaboración y Publicación del Libro titulado “QUÍNOA DEL SUR DE CHILE. Alternativa productiva y agroindustrial de alto valor”, recopila, analiza y presenta los resultados generados durante tres temporadas del proyecto “Tecnologías para potenciar el cultivo de quínoa como opción productiva para la AF en la zona centro-sur de Chile”. El libro está organizado en 9 capítulos que corresponden a: 1. GERMOPLASMA DE QUÍNOA DEL SUR DE CHILE. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y NUTRICIONALES: son los resultados de 125 accesiones de quínoa originarias de la Región de La Araucanía en Chile, que corrobora una amplia variabilidad genética. De éstos se seleccionaron seis genotipos por rendimiento y calibre de semilla, y se caracterizaron sus contenidos de proteína, aminoácidos, saponina, minerales y vitaminas. 2. ESTABLECIMIENTO DE LA QUÍNOA: se entregan recomendaciones en espaciamiento entre surcos, dosis de siembra, fecha de siembra y sistema de siembra. 3. GESTIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA DEL CULTIVO DE QUÍNOA: se establecieron las dosis óptimas físicas y económicas en nitrógeno y potasio para suelos de origen volcánico. 4. CONTROL DE MALEZAS EN QUÍNOA: se determinaron los principales criterios para un manejo eficaz de las malezas que interfieren con el cultivo, integrando la distancia entre surcos, uso de herbicidas selectivos y labores mecánicas. 5. ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LA QUÍNOA: se presentan antecedentes y medidas de control en *Peronospora variabilis* (mildíu) como la principal enfermedad endémica en el cultivo. 6. INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE QUÍNOA: una primera determinación de los insectos asociados con observaciones que sientan las bases para futuros estudios de plagas y su control. 7. MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN QUÍNOA: se demuestra que el cultivo bajo riego tiene un alto potencial de rendimiento y que supera a las obtenidas en otras partes de Chile y el mundo. 8. MERCADO, COSTO Y RENTABILIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA QUÍNOA: se confirma que el margen bruto es superior al logrado por este cultivo en otras zonas productivas del país y el exterior, e incluso respecto a otros cultivos anuales, destacándose como una alternativa competitivamente en el sur de Chile. 9. PROTOTIPOS INDUSTRIALES DE QUÍNOA: se desarrollaron cuatro prototipos de productos (bebida, flan, mote y harina en base a quínoa), cada uno de los cuales presentó muy buena aceptación en los paneles de evaluación. Se espera contar con esta publicación para inicios del 2019 a más tardar.

Elaboración de Manual/Recetario de quínoa: se adjunta la tapa y el índice. Esta es una publicación digital y que es elaborada por la Universidad de la Frontera.



Otras publicaciones correspondientes a artículos en prensa escrita:

1. Las claves para cultivar adecuadamente la quínoa en el sur del país. Entrevista publicada en El Mercurio, y se ubica en el siguiente enlace: : <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2018/09/12/Las-claves-para-cultivar-adecuadamente-la-quinoa-en-el-sur-del-pais.aspx>.
2. Atractivas perspectivas y oportunidades para la quínoa del Sur. Revista Campo Sureño. N° 1.726, 29/10/2018. <http://www.australtemuco.cl/imprensa/2018/10/29/full/campo-sureno/6/>

Actividades realizadas por la Municipalidad de Vilcún: Vitrina Tecnológica.



Municipalidad de Vilcún: PDTI y PRODER

Cosecha y trilla demostrativo: Sector de Llamuco, febrero de 2018.



Resultados:

- 1) Incremento de la superficie de sembrada: 1 ha (2013) a 20 ha (2018).
- 2) Agricultores de PDTI, PRODER y PRODESAL establecieron 15,5 ha (2017-2018).
- 3) Para la temporada 2018-2019 se espera una siembra > a 25 ha.
- 4) Rendimientos en parcelas demostrativas establecidas en comunidades: 20-50 qq/ha
- 5) 3000 kg a la espera de su procesamiento.

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN Y REGENERACIÓN DE GENOTIPOS DE QUINOA.

- Balzarini M., Bruno C. y Di Rienzo A. (2010). Estadística en biotecnología: aplicaciones de InfoGen - 1a ed. - Córdoba: Encuentro Grupo Editor.
- Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF, F. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres.
- Royal Horticultural Society (RHS). (2015). Colour Chart Sixth edition. 80 Vicincent Square, London SW1p 2PE,

ENSAYOS DE ESPACIAMIENTO Y DOSIS DE SIEMBRA

- Darwinkel A, Stolen O (1997) Understanding the quinoa crop: guidelines for growing in temperate regions of NW Europe. European Commission, Brussels.
- Galwey NW (1989) Exploited plants – quinoa. *Biologist* 36(5):267-274.
- Gómez-Pando L, Aguilar-Castellanos E (2016) Guía de cultivo de la quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Jacobsen SE, Jorgensen I, Stolen O (1994) Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 122(1):47.
- Jacobsen SE, Bach AP (1998) The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Seed Science and Technology* 26(2):515-524.
- Jacobsen SE, Jorngard B, Christiansen JL, Stolen O (1999) Effect of harvest time, drying technique, temperature and light on the germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Seed Science and Technology* 27:937-944.
- Johnson DL, Croissant RL (1985) Quinoa production in Colorado. Fort Collins, Colorado. Colorado State University Cooperative Extension. Service-In-Action Sheet N°112.
- Lesjak J, Calderini D (2013) Efecto del aumento de la temperatura y reducción de la fuente de asimilados sobre el rendimiento de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el sur de Chile. IV Congreso Mundial de la quinua. Posters. Ibarra, Ecuador, 8-12 julio 2013.
- Peralta E, Mazón N, Murillo A, Rivera M, Monar C (2009) Manual agrícola de granos andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual N°69. 2ª Impresión. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 71 p.
- Peterson AJ, Murphy KM (2015) Quinoa cultivation for temperate North America: Considerations and areas for investigation. In K Murphy & J Matanguihan (eds) *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*, 173-192. John Wiley & Sons.
- Risi JC, Galwey NW (1991) Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 117(03):325-332.
- Von Baer I, Bazile D, Martínez EA (2009) Cuarenta años de mejoramiento de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en La Araucanía: Origen de "La Regalona-B". *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:34-44.

ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN.

- Alvarez, M. y S. von Rütte. 1990. Fertilización. En: Ch. Wahli (ed.) *Quínoa hacia un cultivo comercial*. Latinreco S.A. Quito, Ecuador, p: 107- 116.
- Avila, P. y J. Etchevers. 1988. Efecto de la profundidad de siembra y la fertilización N P K sobre la emergencia y producción de materia seca y composición química de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Agrociencia* 4(1):5-10.
- Baer, I. 1995. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y otras características agronómicas en Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) en la zona sur de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 95p.

- Berti, M., R. Wilckens, F. Hevias, H. Serri, I. Vidal y C. Mendez. 2000. Fertilización nitrogenada en quínoa (*Chenopodium quínoa* WILLD). *Ciencia e Investigación Agraria*, 27:81-90.
- Campillo, R. 2013. Fertilización del Cultivo de Trigo en el Borde Costero de La Araucanía, con énfasis en la Fertilización Nitrogenada. pp.:25-41. En Campillo, R. (ed). *Producción de Trigo Harinero para el Borde Costero de La Araucanía*. Boletín INIA N° 281, Diciembre 2013.
- Choquehuanca, A. 1988. Absorción de nutrientes por el cultivo de quínoa. VI Congreso Internacional sobre cultivos andinos. Quito, Ecuador, p:37-41.
- Galwey, N. W. 1993. The potential of quínoa as a multipurpose crop for agricultural diversification; a review. *Industrial Crops and Products* 1:101-106.
- Jacobsen, S. E., I. Jorgensen and O. Stolen. 1994. Cultivation of quínoa (*Chenopodium quínoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *J. Agric. Sci.* 122:47-52.
- Kozioł, M. 1993. Quínoa: A potential New Oil Crop. En: J. Janick and J. E. Simon (eds). *New Crops*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA. pp: 328-336.
- Matus I., K. Ruf, y M. Pinto. 2015. Avances en el manejo agronómico del cultivo de quínoa en Chile. *Revista Tierra Adentro*, INIA, Chile, 108:48-51.
- Ranhotra, G. S., J. A. Gelroth, B. K. Glaser, K. J. Lorenz and D. J. Johnson. 1993. Composition and protein nutritional quality of quínoa. *Cereal Chem.* 70(3): 303-305.
- Rebolledo, H. 1999. Estimación de modelos de regresión a experimentos de fertilización y obtención de dosis óptimas económicas de insumos agrícolas. 55 p. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, Chapingo, México.
- Rodríguez, J. 1993. Manual de fertilización. 362 p. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Sadzawka, A., M.A. Carrasco, R. Grez, M.L. Mora, H. Flores, y A. Reaman. 2006. Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile. Revisión 2006. Serie Actas INIA N° 34. 164 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile.
- Tapia, E.M. 1990. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 205p.
- Volke, H.V. 1982. Optimización de insumos de la producción en la agricultura. 61 p. Colegio de Postgraduados, México D.F., México.
- Wahli, C. 1990. Quínoa: hacia su cultivo comercial. Latirencio S.A. Quito, Ecuador.

ENSAYOS DE CONTROL DE MALEZAS

- Oelke EA, Putnam DH, Teynor TM, Oplinger ES. 1992. Quinoa. Alternative field crops manual. University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Center for Alternative Plant & Animal Products
- Risi JC, Galwey NW. Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment. *J Agr Sci* 1991a;117(03):32
- Johnson DL, Ward S. Quinoa. In: Janick J, Simon JE, editors. *Newcrops*. New York, NY: Wiley; 1993. p219-221.
- Wilson HD, Manhart J. Crop/weed gene flow: *Chenopodium quinoa* Willd. and *C. berlandieri* Moq. *Theor Appl Genet* 1993;86(5):642-648
- Guía de cultivo de la quinua. Publicación preparada por: Luz Gómez Pando Enrique Aguilar Castellanos. FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina 2016.
- Radosevich, S.R.; Holt, J. and Ghera, C. 2007. Ecology of weeds and Invasive plants.
- Nichols V, Verhulst N, Cox R, Govaerts B (2015) Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research* 183:56-68.
- Weiner, J., H.-W. Griepentrog and L. Kristensen. 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *J. Applied Ecol.* 38:784-790.
- Blackshaw, R.E., L.J. Molnar, H.-H. Muendel, G. Saindon and X. Li. 2000. Intergration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 14: 327-336.

García T., L. 1997. Control de malas hierbas en el laboreo de conservación. En: Agricultura de Conservación. Fundamentos Agronómicos, medioambientales y económicos. L. García y P. González (eds.). Asociación Española Laboreo de Conservación. Córdoba, España.

ENSAYOS DE ENTOMOLOGÍA

Björkman, C., y P. Niemelä. 2015. Climate change and insect pests. CABI. 248P.

Dughetti, A.C. 2015. Plagas de la quinua y sus enemigos naturales en el valle inferior del río colorado. Buenos Aires, Argentina. INTA Ediciones. 63p.

Navarro, F. R.; Saini, E. D. y Leiva, P. D. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola. Agrupadas por relación de semejanza. Primera edición. INTA EEA Pergamino e IMIZA- CNIA Castelar. Fac. de C. Nat. e Inst. "Miguel Lillo", UNTucumán, Bs. As. Argentina, 100 p.

ENSAYOS DE RIEGO

Algozaibi, A.A., Badran, A.E., Almadini, A.M. & El-Garawany, M.M. 2017. The Effect of Irrigation Intervals on the Growth and Yield of Quinoa Crop and Its Components. Journal of Agricultural Science. 9(9), 182 – 192.

Allen, R., Pereira, L., Raes, D. y Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. United Nations Food and Agriculture Organization, Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy, 300 p.

Fuentes, F., Martínez, E. A., Hinrichsen, P. V., Jellen, E. N. and Maughan, P. J. 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. Conservation Genetics 10(2), 369-377.

García, M. 2003. Agroclimatic study and drought resistance analysis of quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano. Dissertationes de Agriculture, Faculty of Applied Biological Sciences, K.U.Leuven, Belgium. 556. p. 184.

García, M., Raes, D. and Jacobsen, S-E. 2003. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands. Agricultural Water Management. 60, 119–134.

Garrido, M., Silva, P., Silva, H., Muñoz, R., Baginsky, C. y Acevedo, E. 2013. Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo. IDESIA (Chile). 31(2), 69-76.

Geerts, S., Raes, D., García, M., Mendoza, J. and Huanca, R. 2008a. Crop water use indicators to quantify the flexible phenology of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to drought stress. Field Crops Research. 108, 150–156.

Geerts, S., Raes, D., García, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J. and Taboada, C. 2008b. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Europ. J. Agronomy. 28, 427–436.

Geerts, S., Raes, D., García, M., Miranda, R., Cusicanqui, J.A., Taboada, C., Mendoza, J., Huanca, R., Mamani, A., Condori, O., Mamani, J., Morales, B., Osco, V., Steduto, P., 2009. Simulating yield response of Quinoa to water availability with AquaCrop. Agron. J. 101, 499–508.

Kaya, Ç. And Yazar, A. 2016. SALTMED model performance for quinoa irrigated with fresh and saline water in a Mediterranean environment. Irrigation and Drainage. 65, 29–37.

Lavini, A., Pulvento, C., d'Andria, R., Riccardi, M., Choukr-Allah, R., Belhabib, O., Yazar, A., Incekaya, Ç., Metin Sezen, S., Qadir, M. and Jacobsen, S-E. 2014. Quinoa's Potential in the Mediterranean Region. Journal of Agronomy and Crop Science. 200, 344 – 360.

López-Olivari, R. 2016. Manejo y uso eficiente del agua de riego intrapredial para el Sur de Chile: Conceptos y consideraciones básicas en métodos y programación de riego para optimizar el recurso hídrico. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Carillanca. 156 pp.

López-Olivari, R. and Díaz, J. 2017. Respuesta de la Quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd) al déficit hídrico en un clima templado del sur de Chile. In: MINAGRI (INIA, DGA), FAO, UNALM (Eds.), Resúmenes de exposiciones del VI Congreso Mundial de la Quinua y III Simposio Internacional de Granos Andinos, Lima, Perú, 21-24 de marzo 2017, pp 30.

Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G., Marconi, E. and d'Andria, R. 2012. Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and non-saline irrigation regimes. *J Agro Crop Sci.* 198, 254–263.

Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R. and Andersen, M.N. 2012. Effects of salinity and soil-drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) *J. Agro Crop Sci* 198:173–184.

Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F. and Steinfert, U. 2017. Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. *Ann Appl Biol.* 171, 117-124.

ENSAYOS DE PROTOTIPOS INDUSTRIALES.

CHAVAN, J. Y KADAM, S., 1989, "Nutritional Improvement of Cereals by Sprouting". Department of Food Science and Technology and Department of Biochemistry, Rahury, India, 28. 401-436.

LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. De Tales Harinas, Tales Panes: Granos, Harinas y Productos de Panificación en Iberoamérica. Córdoba: Hugo Báez Editor, 2007. 478 p.

MAZÓN, N.; PERALTA, E. MONAR, C.; SUBÍA, C.; RIVERA, M., 2008 "INIAP Pata de Venado (Taruka chaki) Variedad de quinua, precoz y de grano dulce", Plegable N°261. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.

NIETO C. & M. Soria, 1991. Procesamiento de quinua en Ecuador. Proyecto 3P-85-0213. Informe final de labores. INIAP-UTA-CIID. Quito, Ecuador. 94 p.

PEREIRA, S., 2011. "Elaboración de Leche de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Quito, Ecuador. P 15-22.

RUALES, J. & B.M. FAIR, 1992. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). An important tandeán food crop. Department of Applied Nutrition, University of Lund, Sweden, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 26 p.

RUALES, J. Y NAIR, B., 1993. "Saponins, phytic acid, and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds". *Food Chemistry.* 48. 137-143.

RUSTOM, I., 1995. "Development of a process for production of a beverage based on peanuts". University of Lund. Lund. Sweden. P.156.

SANDBERG, A., 1991, "The effect of Food Processing on Phytate Hydrolysis and Availability of Iron and Zinc", en "Nutritional and Toxicological consequences of Food Processing". New York, USA, pp. 499-507.

WITTING, E., 1998. "Evaluación sensorial. Una metodología actual para Tecnología de Alimentos". Ed. USACH, p.73.