

INVESTIGACIÓN EN

KIWI

EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

KIWIFRUIT

RESEARCH AT THE UNIVERSITY OF CHILE



UNIVERSIDAD
DE CHILE





INVESTIGACIÓN EN KIWI EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

KIWIFRUIT RESEARCH AT THE UNIVERSITY OF CHILE



UNIVERSIDAD
DE CHILE

Textos a cargo de Rodrigo Infante y Claudia Jorquera (Universidad de Chile).

LA INDUSTRIA DEL KIWI EN CHILE

La industria de kiwi en el mundo se sustenta casi exclusivamente en la variedad de pulpa verde "Hayward". En este mercado, Chile es uno de los países más importantes en la producción y exportación de kiwi, sin embargo, el producto chileno alcanza un precio mucho menor que el neozelandés en los mismos mercados y en los mismos periodos. La variedad "Hayward" fue desarrollada en Nueva Zelanda y Chile la adoptó en la década de los 80. Frente a este escenario, iniciar un programa de mejoramiento genético (PMG) en kiwi es un salto que la industria chilena debe dar, si quiere proyectarse como un líder mundial en la producción y exportación de kiwi.

En Chile, el cultivo del kiwi atraviesa la crisis más profunda que le ha tocado vivir en los últimos 30 años. El precio del producto es bajo, los costos de operación han aumentado, y la *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA) y el *Verticillium* se han convertido en enfermedades devastadoras. A pesar de este sombrío escenario, el fruto del kiwi es reconocido como una fuente de vitamina C y otros compuestos

funcionales, lo cual hace presumir que la tendencia de consumo debiese ir en aumento. Hoy además, el kiwi es una fruta bien conocida en gran parte del mundo.

Los desafíos de la industria chilena del kiwi son variados. El más importante es la falta de variedades adecuadas a los requerimientos de la industria nacional. Este desafío puede ser abordado desde dos vertientes, una, la más tradicional utilizada por la industria chilena, es la introducción de nuevas variedades al país y después de una prueba de sus méritos agronómicos éstas son desarrolladas comercialmente o descartadas. La segunda opción, es la menos frecuentemente seguida en Chile, pero es sin duda, la más acorde con el estatus de ser un país líder en la industria de la fruta de exportación, es el mejoramiento genético realizado en el propio país. Este es el desafío que nosotros hemos tomado en el proyecto FONDEF D09I-1136.





THE CHILEAN KIWIFRUIT INDUSTRY

The global kiwifruit industry is based almost exclusively on the green-fleshed variety called “Hayward.” Though Chile is one of the most important countries in the production and exportation of kiwifruit, the price of the Chilean product is sold at a much lower rate than New Zealand’s kiwifruit in the same markets over the same periods. In fact, the “Hayward” variety was developed in New Zealand, and Chile adopted it in the 1980s. Facing the differing cost scenario, initiating a kiwifruit breeding program (KBP) is a necessary step for the Chilean industry if it wants to project itself as a worldwide kiwifruit leader.

In Chile, the cultivation of kiwifruit has crossed into a deeper crisis than at any other time in the last 30 years. The price of the product is low, the operating costs are great, and the diseases *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* (PSA) and *Verticillium* are devastating. Despite this rather bleak scenario in Chile, in general, kiwifruit is commonly recognized as a good source of vitamin C and other functional compounds, which would make one presume that its consumption trend should be increasing in the next years. Moreover, kiwifruit is a well-known fruit in much of the world today, and its reputation is likely to grow for the foreseeable future.

The challenges of the Chilean kiwifruit industry are varied. The most important impediment is the lack of varieties suitable to the requirements of the national industry. This challenge is approached from two angles. First, the most traditional method used by the Chilean industry is the introduction of new varieties, where they are first tested in the field, and then either developed commercially or discarded. The second, least-frequently followed option, but undoubtedly the most appropriate for a leading industry kiwifruit industry is to implement plant breeding locally. This second approach is the one we have undertaken in the D09I-1136 FONDEF project.

PROYECTO FONDEF

La Universidad de Chile, a través del Laboratorio de Mejoramiento Genético y Calidad de la Fruta (www.mejoramientofrutas.cl) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, estableció una alianza con la Universidad de Udine (Italia), para impulsar un nuevo PMG de kiwi en Chile. Este programa estaría enfocado en la generación de nuevas variedades adaptadas a los requerimientos de la industria local, en la realización de estudios de genética enfocados en el mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares (Marker assisted breeding en su sigla en inglés= MAB) y en estudios de la calidad de la fruta. Es así, como a partir de esta alianza se formuló el Proyecto FONDEF D0911136: **“Programa Chile-Italia de mejoramiento genético**

de kiwi apoyado en la selección asistida por marcadores”, el cual se inició en 2010.

En el marco del PMG se generaron poblaciones segregantes en Chile, Italia y California, y se evaluó el comportamiento de los individuos segregantes en campo y en postcosecha, a través de protocolos validados. El PMG se concibió en un esquema de mejoramiento genético participativo, incorporando tempranamente, en la validación de los nuevos genotipos, a las empresas que las usarían posteriormente. Se realizó un programa de transferencia tecnológica, mediante la realización de días de campo, charlas, publicaciones de extensión y la elaboración de una página web que mantiene una fluida comunicación entre los investigadores y la industria.





FONDEF PROJECT

Through the Laboratory of Breeding and Fruit Quality (www.mejoramientofrutal.cl) of the Faculty of Agriculture Sciences, the University of Chile established an alliance with the University of Udine (Italy) to create a new KBP in Chile. This program focused on the generation of new varieties adapted to the requirements of the local industry, using genetic studies to undertake marker-assisted breeding (MAB) and studies focused on the quality of the fruit. As a result of this alliance, the FONDEF Project D09I1136 was formed. This project, entitled **“Chile-Italy kiwifruit breeding program supported by markers-assisted selection”**, was initiated in 2010.

Under this KBP, new segregating populations of kiwifruit were generated in Chile, Italy, and California, and the growth of individuals was evaluated both in the field and in postharvest through validated protocols. The KBP was conceived as a participatory plant breeding program, incorporating different companies in the early validation of new genotypes. A technology-transfer program was also carried out through the realization of “field days”, lectures, extension publications, and the development of a Web page that facilitates easy communication between researchers and the industry.



PROGRAMA CHILE-ITALIA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL KIWI APOYADO EN LA SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES

CHILE-ITALY KIWIFRUIT BREEDING PROGRAM SUPPORTED BY MARKERS- ASSISTED SELECTION

DIRECTOR

Rodrigo Infante

DIRECTOR ALTERNO / SUB-DIRECTOR

Tomás Cooper

INVESTIGADORES / RESEARCHERS

Claudio Meneses (*Universidad Andrés Bello*)

Cristian Araneda (*Universidad de Chile*)

Juan Salazar (*Universidad de Chile*)

Raffaele Testolin (*Università di Udine*)

Guido Cipriani (*Università di Udine*)

COORDINADORA DEL PROYECTO / COORDINATOR

Claudia Jorquera

ENTIDADES ASOCIADAS / ASSOCIATED PRIVATE ENTITIES

Agrícola La Ponderosa

Biogold

Biotecnia

Comité del Kiwi

Copefrut

Exportadora Campofrut

Exportadora Prize

FUENTE DE FINANCIAMIENTO / FUNDING AGENCY

FONDEF de CONICYT

DURACIÓN / PERIOD

72 meses / months

MONTO ADJUDICADO / BUDGET

\$549.385.000 (Chilean pesos)







OBJETIVO GENERAL

Establecer un programa de mejoramiento genético internacional de kiwi, apoyado en la selección asistida por marcadores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar marcadores moleculares asociados al sexo y a la calidad del fruto para ser usados en un esquema de MAB de kiwi.
- Establecer las bases de un PMG de kiwi, estableciendo poblaciones segregantes, evaluando y seleccionando aquellos individuos más destacados para generar nuevas variedades chilenas.
- Desarrollar un modelo de gobernabilidad del PMG, junto con un programa de transferencia tecnológica que vincule precozmente a las empresas mediante mejoramiento genético participativo.

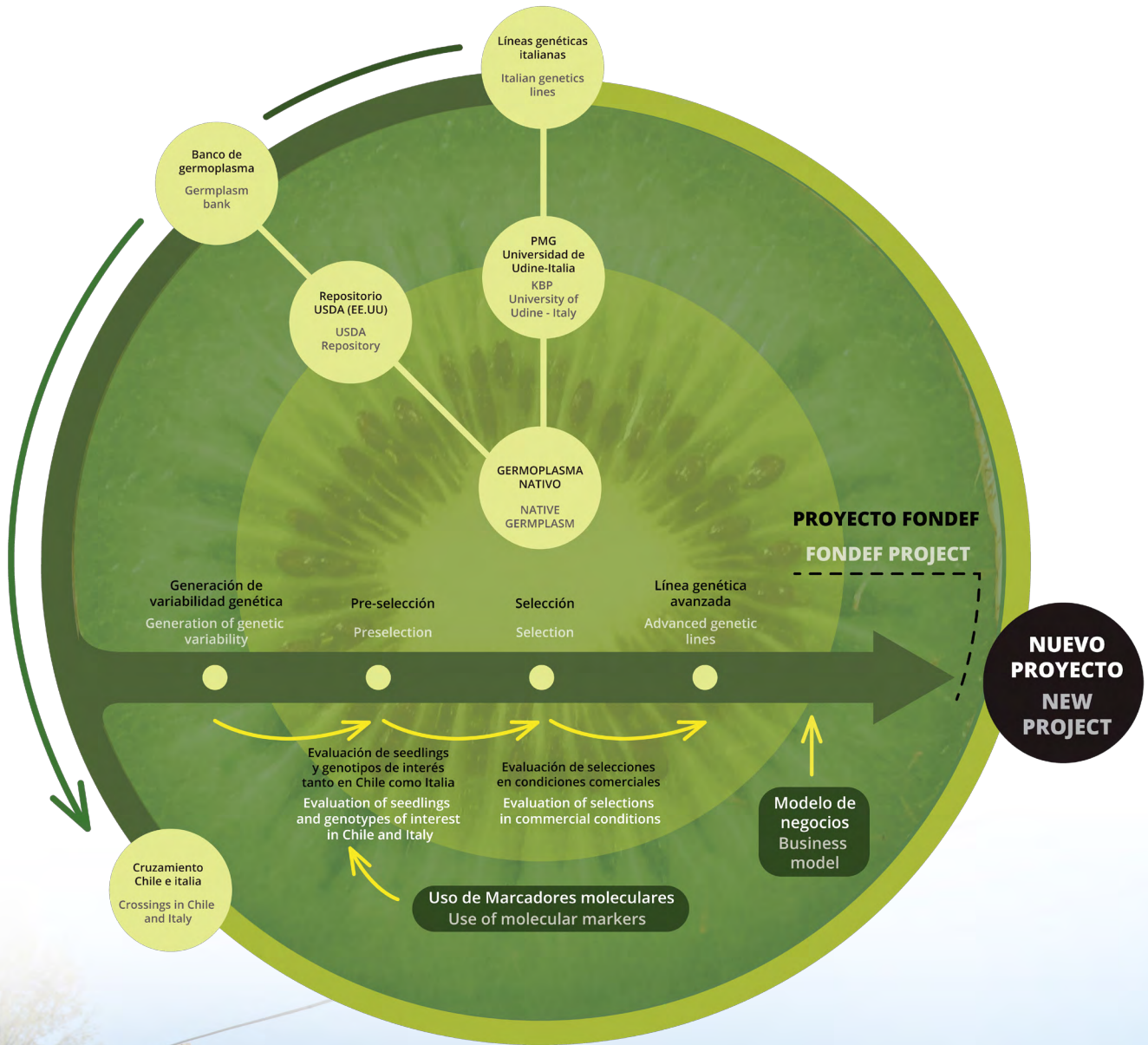
GENERAL OBJECTIVE

Establish an international kiwifruit breeding program, supported by markers-assisted selection.

SPECIFIC OBJECTIVES

- Develop molecular markers associated with gender- and fruit-quality parameters to be commonly used in a kiwifruit breeding program.
- Establish the baseline of a kiwifruit breeding program by establishing segregating populations and evaluating and selecting outstanding individuals for generating new Chilean varieties.
- Develop a kiwifruit breeding program governance model, together with a technology-transfer program, aimed at achieving early linking with companies through participatory plant breeding.

ESQUEMA DE TRABAJO DEL PMG / KBP WORK SCHEME





ESQUEMA DE TRABAJO DEL PMG

Se constituyó un banco de germoplasma formado por genotipos importados desde Italia, California y China, y su comportamiento agronómico es evaluado cada año. Se aumentó la variabilidad genética del PMG chileno, alcanzando más de 50 accesiones del género *Actinidia*, los cuales son caracterizados todos los años, desde el punto de vista genotípico como fenotípico, y son la base del programa de cruzamientos.

El programa de cruzamientos se inició en 2011 . Las plantas híbridas (seedlings) son evaluadas en terreno y además en sus aspectos de calidad de fruta, por 4 a 5 años. Además, desde 2015, se puso a punto el uso de un marcador molecular específico ligado al sexo, permitiendo así discriminar las plantas macho de las hembras cuando tienen apenas dos o tres hojas verdaderas . De esta manera, y como nuestro programa se enfoca a la generación de variedades que producen fruta, y no polen, es posible hoy en día llevar a terreno solo las plantas hembras, constituyéndose así como un PMG apoyado en marcadores moleculares o MAB. Otros marcadores moleculares asociados a parámetros de calidad del fruto siguen siendo buscados por nuestro grupo de trabajo. En los próximos años, esperamos generar marcadores que nos permitan seleccionar aquellas plantas que tendrán frutos con mayor contenido de azúcar o con pulpa más firme dos años antes de que los *seedlings* produzcan fruta.



Cuantificación de cruzamientos
Quantification of crosses

KBP WORK SCHEME

A germplasm bank was built by importing genotypes from Italy, California, and China; their agronomic performance was evaluated each year. The genetic variability of the gene bank was increased, reaching more than 50 *Actinidia* spp. accessions, and these are the basis for the crossing scheme of the KBP.

The crossing program began in 2011. The hybrid plants (seedlings) are evaluated in the field and under postharvest conditions over a period of 4 to 5 years. In addition, since 2015, the use of a specific molecular marker has been developed, allowing us the ability to separate out male plants from females when they have only two or three true leaves. As our program is focused on developing fruit-producing varieties—and not pollen—it is thus now possible to transfer only the female individuals from the greenhouse to the field, thus constituting the KBP, supported by molecular markers. Other molecular markers associated with parameters of fruit quality are also being studied by our team. In the next few years, we foresee the ability to generate markers that will allow us to select the *seedlings* of fruits with higher sugar content or with firmer flesh a full two years before the plants produce fruit.



Muestreo marcador del sexo

Sampling sex marker

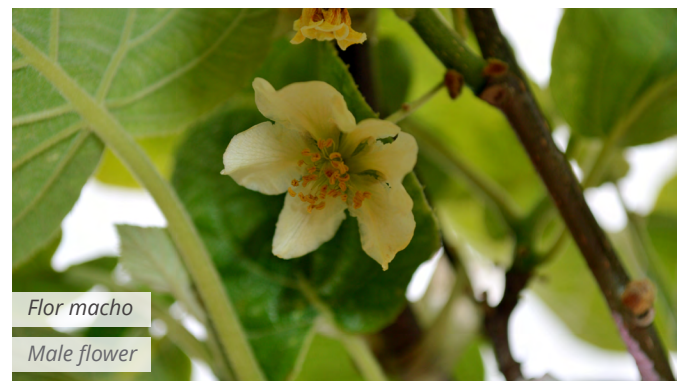
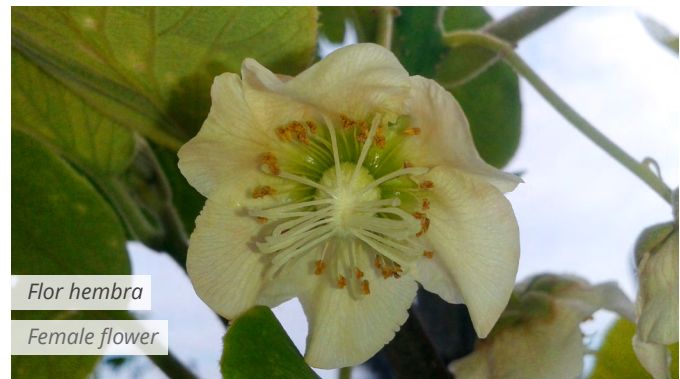
ETAPAS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO

STAGES OF BREEDING



Todos los años se realizan nuevos cruzamientos que generarán las poblaciones segregantes, las cuales son la base de las nuevas variedades chilenas de kiwi. De las poblaciones segregantes, se seleccionan aquellos *seedlings* que muestran características destacadas y se les denomina Líneas Genéticas Avanzadas (LGA). Las LGA son propagadas

vegetativamente y son entregadas a las empresas asociadas al PMG. Si después de 2 o 3 temporadas, alguna de las LGA se destaca y se muestra superior al estándar disponible en el mercado de variedades, se convierte en una variedad pre-comercial. Posteriormente, estas variedades pre-comerciales son evaluadas en unidades experimentales en los huertos de las empresas asociadas. En esta fase se procede a firmar un *test agreement*, entre la Universidad de Chile y la empresa, en el que se establecen las condiciones de evaluación de la variedad pre-comercial y se prohíbe su propagación. Cuando se decide, en conjunto con las empresas asociadas, escalar en el mercado un nuevo genotipo, se generará un modelo de negocio específico para dicha nueva variedad.





Every year new crosses are made and segregating populations are developed, and these are the basis of the new Chilean varieties. Within the segregating populations, seedlings that show outstanding characteristics are selected and are called advanced genetic lines (AGLs). The AGLs are grafted and are delivered to the companies associated with the KBP. After two or three seasons, if a given AGL shows outstanding characteristics—being superior to the standard cultivars available in the market—it becomes a pre-commercial variety. Subsequently, these

pre-commercial varieties are evaluated under commercial conditions, specifically, in experimental units in the orchards of the associated companies. In this phase, a *test agreement* is signed between the University of Chile and the company, in which the conditions of the evaluation of the pre-commercial variety are established, and its propagation is prohibited. When it is decided together with the associated companies that a new variety will be developed, a business model will be generated specifically for it.



Fin floración frutos cuajados visibles
End of flowering, fruit set visible



Frutos cuajados
Fruit set



Fruto 30% tamaño final
Fruits with 30% of their final size



ÁREAS DE ESTUDIO

Se realizaron diferentes estudios genéticos que permitieron determinar un efectivo marcador molecular, denominado SMY1, de tipo SCAR (Regiones amplificadas caracterizadas y secuenciadas), que está ligado al sexo del kiwi. Se construyó además un mapa de ligamento genético para una población segregante, base para el MAB. De esta forma se pueden seleccionar de forma precoz los individuos interesantes, y asociar los genes que controlan ciertos caracteres en la especie, de manera de que el PMG sea ejecutado con mayor eficiencia y a costos contenidos. Se realizaron estudios de caracterización de la calidad del fruto, de manera de conocer su potencial de postcosecha y calidad. De esta forma, ampliamos el conocimiento de la especie y desarrollamos protocolos para la evaluación de las futuras variedades.

Además, se trabajó en el desarrollo de un modelo de gobernabilidad que permitiera la cooperación científico-tecnológica entre la Universidad de Chile y las empresas (viveros, productores y exportadoras). Se desarrollaron las bases para la entrega de los nuevos materiales genéticos, estableciéndose éstos en los predios de las empresas para ser evaluados en diferentes condiciones agro-climáticas. Se estableció además, un modelo de negocios que permitirá el desarrollo efectivo de las nuevas variedades en un formato basado en el pago de royalties, el cual estará en armonía con el valor y el potencial de la nueva variedad.

Se generó un programa de transferencia tecnológica con actividades regulares como reuniones y visitas a terreno junto a las empresas asociadas y a los ejecutivos de FONDEF. Se llevaron a cabo visitas de expertos internacionales, charlas y días de campo, además de la habilitación de un sitio web (**www.actinidiachile.cl**) para la presentación de boletines e información de interés. Esto ha facilitado la transferencia de resultados, reduciendo los tiempos requeridos para el escalamiento de una nueva variedad de kiwi, validándola tempranamente por la industria. Se espera continuar con el programa de transferencia, a través de la colaboración con las empresas asociadas, y de otras nuevas que se incorporarán.

AREAS OF STUDY

Different genetic studies have been carried out to determine an effective molecular marker. The SMY1, SCAR type marker (amplified regions characterized and sequenced) is linked to kiwifruit gender. A genetic linkage map was also built for a specific population, which is the basis of MAB development. In this way, promising individuals can be selected early on, and the genes that control certain traits can be discovered, so that the KBP can be executed with higher efficiency and at lower costs. Characterization studies of the quality of the fruit have also been carried out in order to understand postharvest characteristics and fruit-quality potential. In this way, we have extended the knowledge of the species and developed protocols for the evaluation of new varieties.

In addition, we have worked on the development of a governance model that allows for active scientific-technological cooperation between the University of Chile and private companies (i.e., nurseries, growers, and exporters). The basis for the delivery of new genetic material was developed, establishing the plants in the farms of the companies so they could be evaluated in different agro-climatic conditions. A business model was also established that will allow for the effective commercial development of new varieties based on a fair payment of royalties, which will correspond to the value and potential worth of each new variety.

Further, a technology-transfer program was executed together with the associated companies and FONDEF executive team, having regular activities, such as technical meetings and field discussions. On-site visits of international experts, presentations, and "field days" were carried out, as well as the development of a website (www.actinidiachile.cl) for the presentation of newsletters and information of interest. This work has facilitated the dissemination of the results, thus reducing the time required for the adoption of a new kiwifruit variety by the industry. We continue with the technology-transfer program through collaboration with the associated companies, as well as with new ones will be incorporated.



Crecimiento en invernadero

Growth in greenhouse



Hojas desplegadas sin tamaño final

Leaves unfolding, without their final size



Corola aglobada, pétalos aglomerados

Corolla at balloon, agglomerated petals

ESQUEMA DE EJECUCIÓN / EXECUTION SCHEME



- Cosecha y cuantificación de cruzamientos 2
 - Marcador ligado al sexo seleccionado
 - Pasantía N°2, Universidad de California - Davis
-
- *Harvest and quantification of crosses 2*
 - *Sex marker selected*
 - *Internship 2, University of California-Davis*



2011

2012

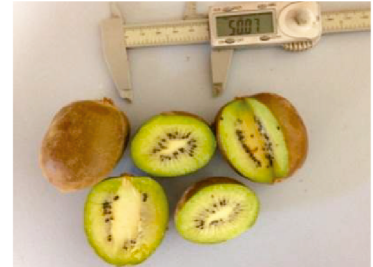
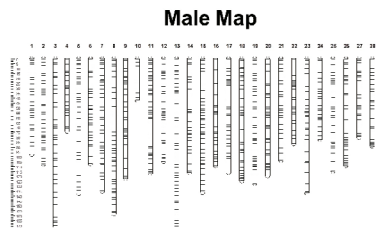
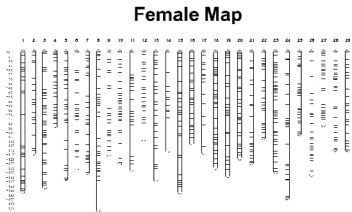
2013

- Cuantificación de cruzamientos 1
 - Depósito particular LGAs italianas establecido
 - Pasantía N°1, Universidad de Udine
-
- *Quantification of crosses 1*
 - *Private deposit AGLs Italian established*
 - *Internship 1, University of Udine*

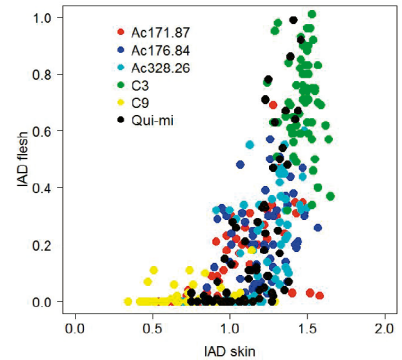


- Cosecha y cuantificación de cruzamientos 3
 - Establecimiento de cruzamientos 1
 - Pasantía N°3, Universidad de Udine
-
- *Harvest and quantification of crosses 3*
 - *Establishment of crosses 1*
 - *Internship 3, University of Udine*





- Cosecha y cuantificación de cruzamientos 4
- Establecimiento cruzamientos 3
- Confección de fichas de crecimiento vegetativo
- *Harvest and quantification of crosses 4*
- *Establishment of crosses 3*
- *Preparation of vegetative growth cards*



- LGAs italianas y campo de primera selección establecido
- Mapas genéticos construidos
- Pasantía N°4, Universidad de Udine
- *AGLs and field of first selection established*
- *Genetic maps built*
- *Internship 4, University of Udine*



- Confección de fichas de crecimiento vegetativo
- Confección de fichas de pre y postcosecha
- Banco de Germoplasma caracterizado
- *Preparation of vegetative growth cards*
- *Preparation of pre and postharvest cards*
- *Characterized germplasm bank*



ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS

A partir del año 2016, el PMG comenzó a evaluar los nuevos genotipos de kiwi, a través de los protocolos ya establecidos, y analizando todos los datos recopilados en temporadas anteriores, de manera de obtener resultados robustos y confiables. Finalmente, y luego de realizar diversas evaluaciones en campo y postcosecha, se seleccionó un genotipo, el cual se destaca por sus características organolépticas y agronómicas. Este nuevo genotipo se denominó "Lihuen" ("Luz" en Mapudungun), y se encuentra en proceso de protección en el sistema nacional de registro de variedades. Se espera que durante 2018, la industria chilena pueda así contar con la primera variedad de kiwi de pulpa amarilla seleccionada localmente por un PMG chileno, y adaptada a las condiciones agroclimáticas nacionales.

También en el transcurso de este año, se realizaron diversas actividades de difusión y transferencia, en que participaron los investigadores chilenos como destacados investigadores internacionales. Se generaron *test agreements* entre la Universidad de Chile y empresas asociadas para evaluar a la variedad "Lihuen" como también otras LGA. Con gran éxito de asistencia se realizó en Curicó el Seminario Internacional: Avances en el mejoramiento genético, manejo y postcosecha del kiwi, contando con destacados investigadores y representantes de la industria del kiwi .

IDENTIFIED RESULTS

Starting in 2016, the KBP began to evaluate the new kiwi genotypes using previously established protocols and by analyzing all the data collected in previous seasons in order to obtain robust and reliable results. Ultimately, after carrying out the various field and postharvest evaluations, a particular genotype was selected, distinguished by its organoleptic and agronomic traits. This new genotype was registered under the name of "Lihuen," which means "light" in the Mapuche language. "Lihuen" is currently following the protection process in the national system of variety registration. It is expected that in 2018, the Chilean industry will be able to count on the very first yellow-fleshed variety,

locally selected by a Chilean program, and adapted to the local agro-climatic conditions.

Moreover, during 2017, various extension activities were carried out with both Chilean and international researchers. *Test agreements* were generated between the University of Chile and the associated companies to evaluate the "Lihuen" variety, as well as other AGLs. With great assistance, an international symposium was held, "Advances in the Breeding, Management and Postharvest of Kiwi," with the participation of outstanding researchers and industry representatives.



Seminario Internacional PMG Kiwi Chile-Italia: Avances en el mejoramiento genético, manejo y postcosecha del kiwi (Curicó, Chile).

De izquierda a derecha: Rodrigo Cruzat (Biogold), Raffaele Testolin (Universidad de Udine, Italia), Guglielmo Costa (Universidad de Bologna, Italia), Tomás Cooper (Director alterno PMG Kiwi), Claudia Jorquera (Encargada PMG Kiwi), Guido Cipriani (Universidad de Udine, Italia), Rodrigo Infante (Director PMG Kiwi) y Carlos Cruzat (Comité del Kiwi).

International Seminary KBP Chile-Italy: Advances in breeding, management and post-harvest of the kiwi (Curicó, Chile).

From left to right: Rodrigo Cruzat (Biogold), Raffaele Testolin (University of Udine, Italy), Guglielmo Costa (University of Bologna, Italy), Tomás Cooper (Sub-director KBP), Claudia Jorquera (Coordinator KBP), Guido Cipriani (University of Udine, Italy), Rodrigo Infante (Director KBP) and Carlos Cruzat (Kiwifruit Committee).



CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD "LIHUEN "

"Lihuen" es una variedad de kiwi de pulpa amarilla, que presenta floración y cosecha de época media (según pauta UPOV). Su forma es oblonga con el extremo estilar plano, y tamaño regular/grande, color de piel marrón, velloso ausente y alto contenido de sólidos solubles y materia seca. Sensorialmente "Lihuen" se destaca por su alta aceptabilidad, incluso más alta que "Hayward", siendo similar a otras variedades de kiwi de pulpa amarilla.





CHARACTERISTICS OF THE “LIHUEN” VARIETY

“Lihuen” is a yellow-fleshed kiwifruit, which presents mid-period blooming and harvest (according to the UPOV guidelines). The fruit has an oblong shape with a flat, style tip. It is also regular/big sized and has a light brown skin color, an absence of hair, and a high content of soluble solids and dry matter. Sensorially, “Lihuen” presents as highly acceptable—greater than “Hayward”—being similar to other yellow-fleshed varieties.



*Hojas desplegadas sin
tamaño final*

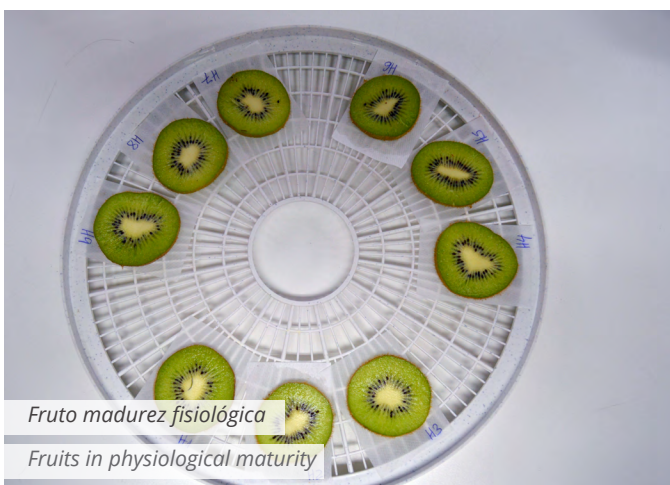
*Leaves unfolded, without
their final size*



ESTUDIOS TRANSCRIPTÓMICOS

A nivel transcriptómico, es decir, en cuanto al estudio de la expresión de genes relacionados con su respuesta biológica, se han analizado genes que se expresan en respuesta a cambios experimentados por los tejidos como a estreses específicos. Así, se estudió el comportamiento de caracteres de calidad del fruto en "Hayward" en

respuesta al uso de Ethrel y 1-MCP. También se trabaja en la construcción de un transcriptoma de referencia de "Hayward", a partir de diferentes tejidos característicos de la especie, para así conocer qué genes están ausentes, presentes y como se expresan en cada caso.



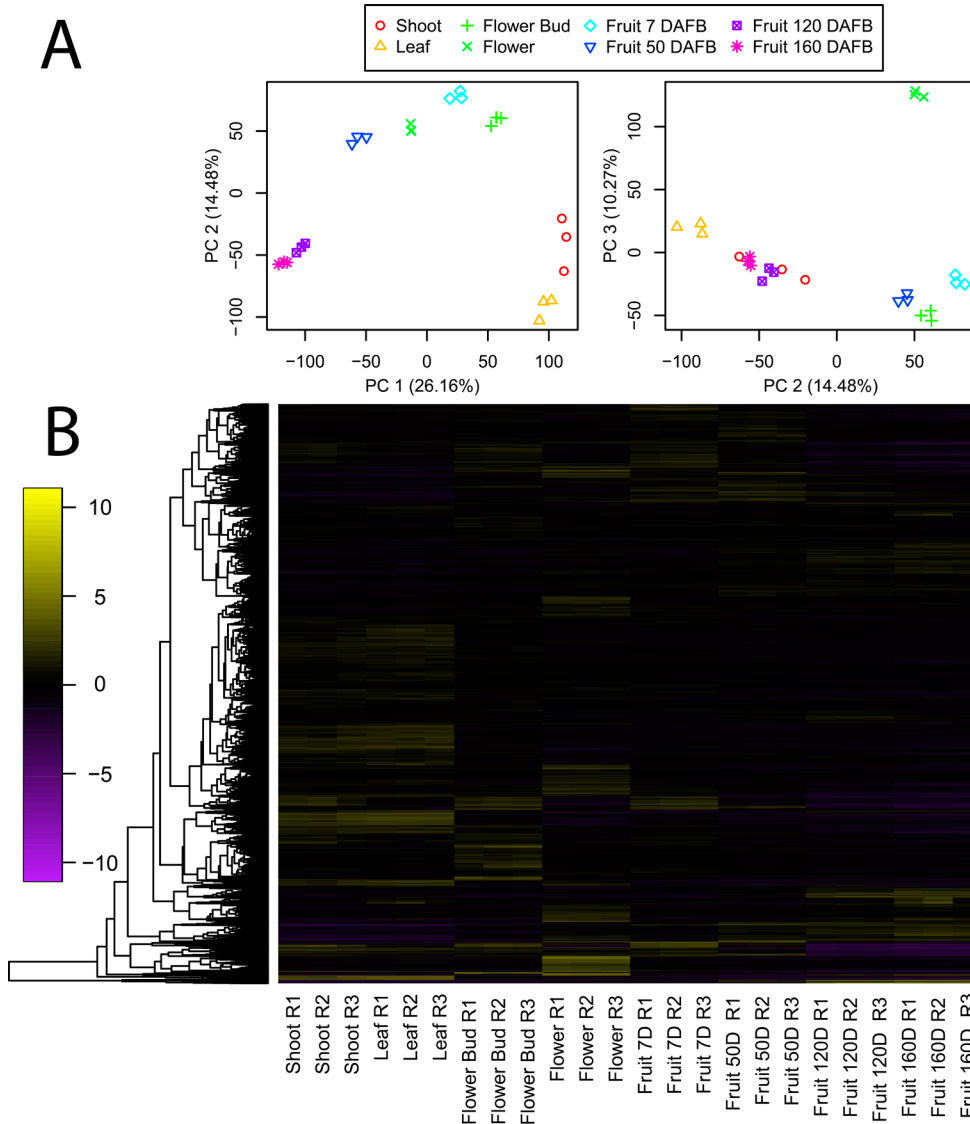
Fruto madurez fisiológica

Fruits in physiological maturity



Primeras hojas desarrolladas completamente

First fully developed sheets



A. Análisis de componentes principales de 8 tejidos de kiwi de la variedad Hayward.

B. Gráfico de expresión diferencial de genes (*Heatmap*) para cada uno de los tejidos estudiados. Los colores indican: amarillo, altos niveles de expresión génica; violeta, bajos niveles de expresión génica; negro, no existe expresión génica.

A. Principal component analysis of 8 kiwifruit tissues of the Hayward variety.

B. Graphic of differential expression of genes (*Heatmap*) for each of the tissues studied. The colors indicate: yellow, high levels of gene expression; violet, low levels of gene expression; black, there is no gene expression.

TRANSCRIPTOMIC STUDIES

Regarding the study of the expression of genes related to the kiwifruit's biological response in postharvest, at the transcriptomic level, genes have been analyzed that are expressed in response to specific stresses. Thus, we studied the behavior of the quality traits in "Hayward" in response to the use of Ethrel and 1-MCP. We also worked

on the construction of a reference transcriptome of "Hayward" using eight different plant tissues to understand which genes are absent, which are present, and how they are expressed in each case in the different periods of the development of the plant.



CALIDAD EN KIWIS

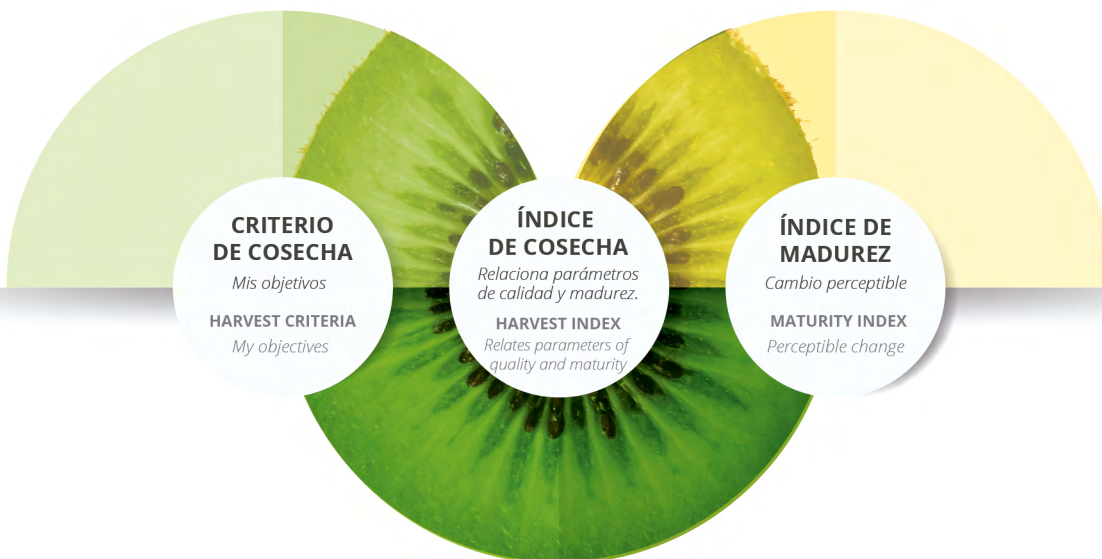
La maduración de los frutos está relacionada con cambios a nivel celular, producción de compuestos volátiles, color, ablandamiento, etc. Establecer el momento óptimo para la cosecha de una fruta es un tema crucial, ya que la vida útil potencial y la calidad están estrechamente relacionadas con el estado de madurez a cosecha. El kiwi es un fruto climatérico, el cual se cosecha con un contenido de sólidos solubles y porcentaje de materia seca mínimos suficientes para alcanzar una alta calidad en el mercado de destino. En este sentido, se puso a punto un índice no destructivo basado en la diferencia de absorción de la clorofila de la piel (IAD) que se correlaciona con otros parámetros de madurez, como el color, los sólidos solubles, la materia seca, etc., lo cual permite decidir de forma objetiva el momento óptimo de cosecha. Para ello se utiliza el equipo Kw-meter, el cual es un espectrómetro portátil Vis/NIR.



¿CUÁNDO COSECHAR? WHEN TO HARVEST?

Diferentes factores

- Especie / Variedad
Species / Variety
- Destino de la fruta
Destination of the fruit
- Condiciones de almacenaje
Storage conditions
- Calidad final deseada
Desired final quality

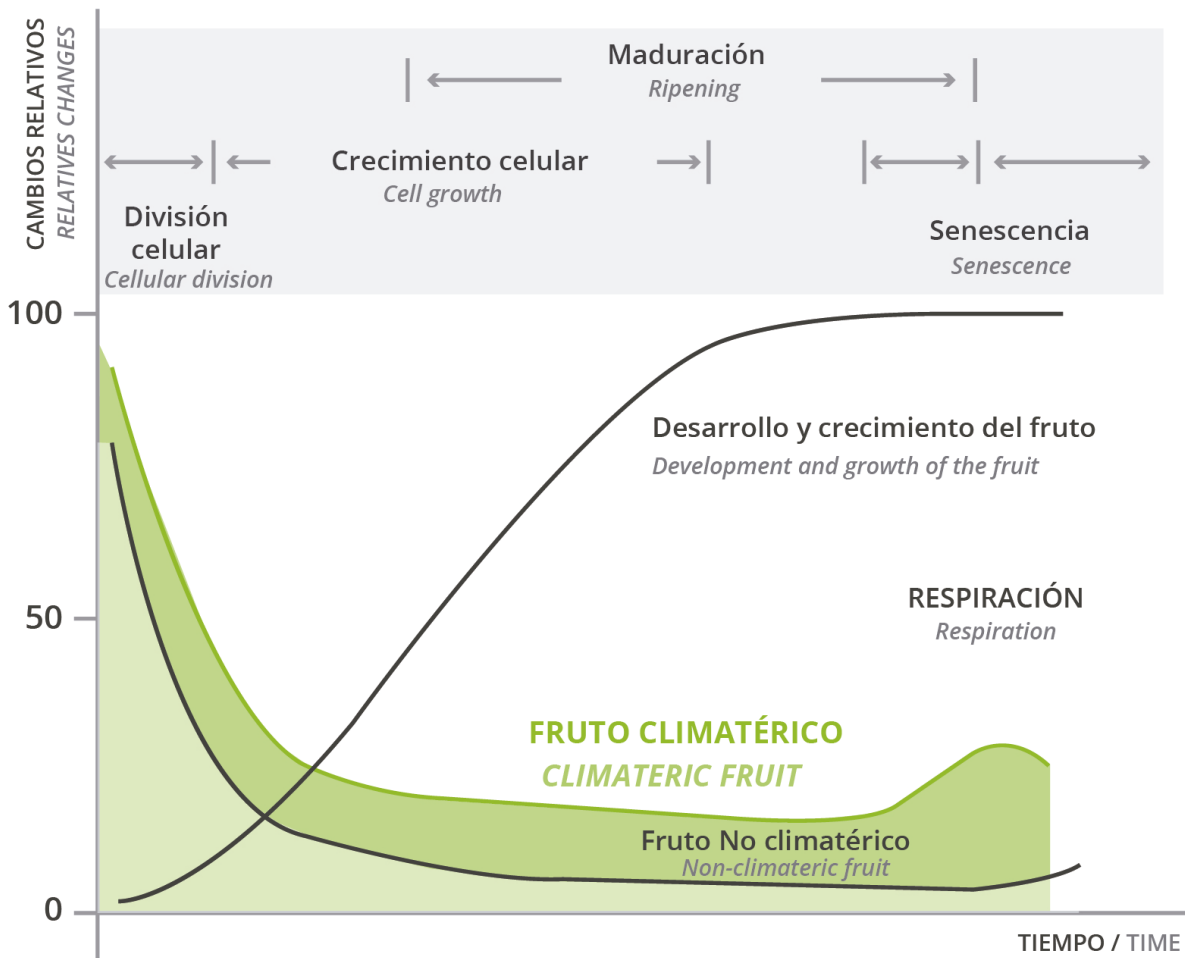


QUALITY IN KIWIFRUIT

Fruit ripening is related to changes at the cellular level, the production of volatile compounds, color, softening, etc. Establishing the optimum time for harvesting a fruit is crucial, as potential shelf life and quality are closely related to the state of maturity at harvest. Kiwifruit is a climacteric fruit, which is harvested with a content of soluble solids and dry matter sufficient to reach a high quality in the destination market. Therefore, a non-destructive index was

developed, based on differences in the absorption of the chlorophyll of the skin (IAD), which correlates with other ripeness parameters of kiwifruit, such as color, soluble solids, dry matter, etc. This allows us to objectively decide on the optimum moment for this fruit's harvest. For this analysis, Kw-meter equipment was used, specifically, a portable Vis / NIR spectrometer.

LA MADURACIÓN DE LOS FRUTOS THE MATURATION OF THE FRUITS



EVALUACIÓN DE CALIDAD / QUALITY EVALUATION



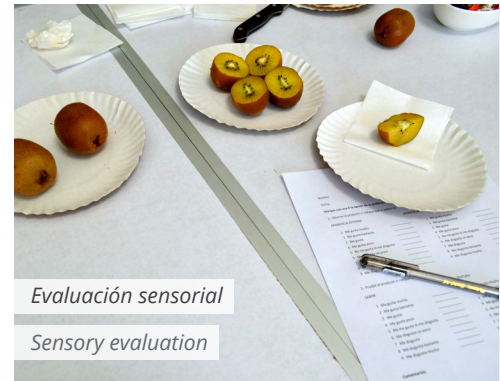
Seguimiento en campo

Field follow-up



Embalaje de fruta para almacenamiento

Fruit packing for storage



Evaluación sensorial

Sensory evaluation

01

PRECOSECHA PREHARVEST

- Seguimiento en árbol
Tracking in the tree
- Caracterización
Characterization

02

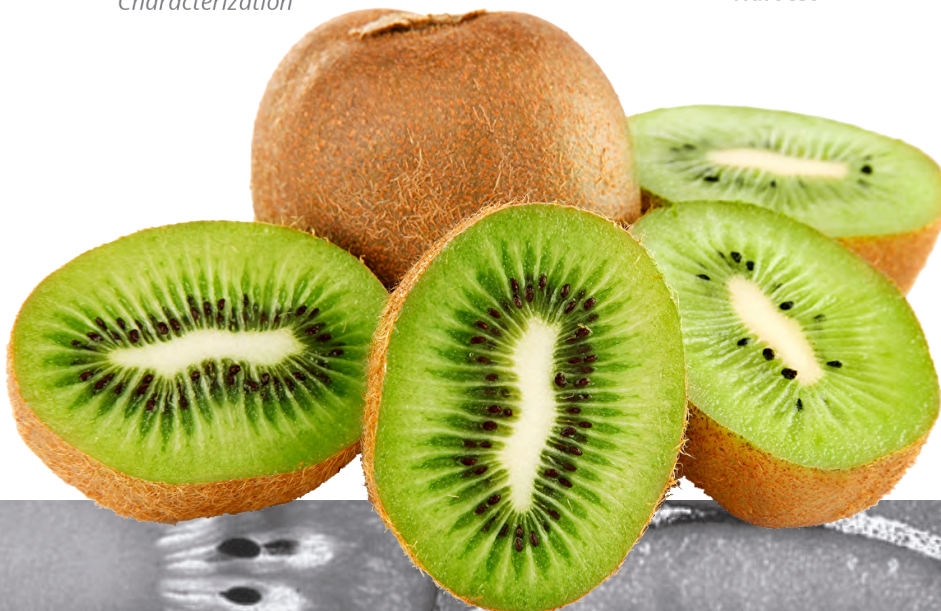
COSECHA HARVEST

- Curado 24h a 20°C y 90% HR
Conditioned 24h at 20°C and 90% RH
- COSECHA
Harvest

03

POSTCOSECHA POSTHARVEST

- Almacenar 120 días a 20°C
Storage 120 days at 20°C
- Caracterización de la cosecha
Characterization of the harvest
- Almacenar a 20°C
Storage at 20°C
- Ablandamiento y deshidratación
Softening and dehydration

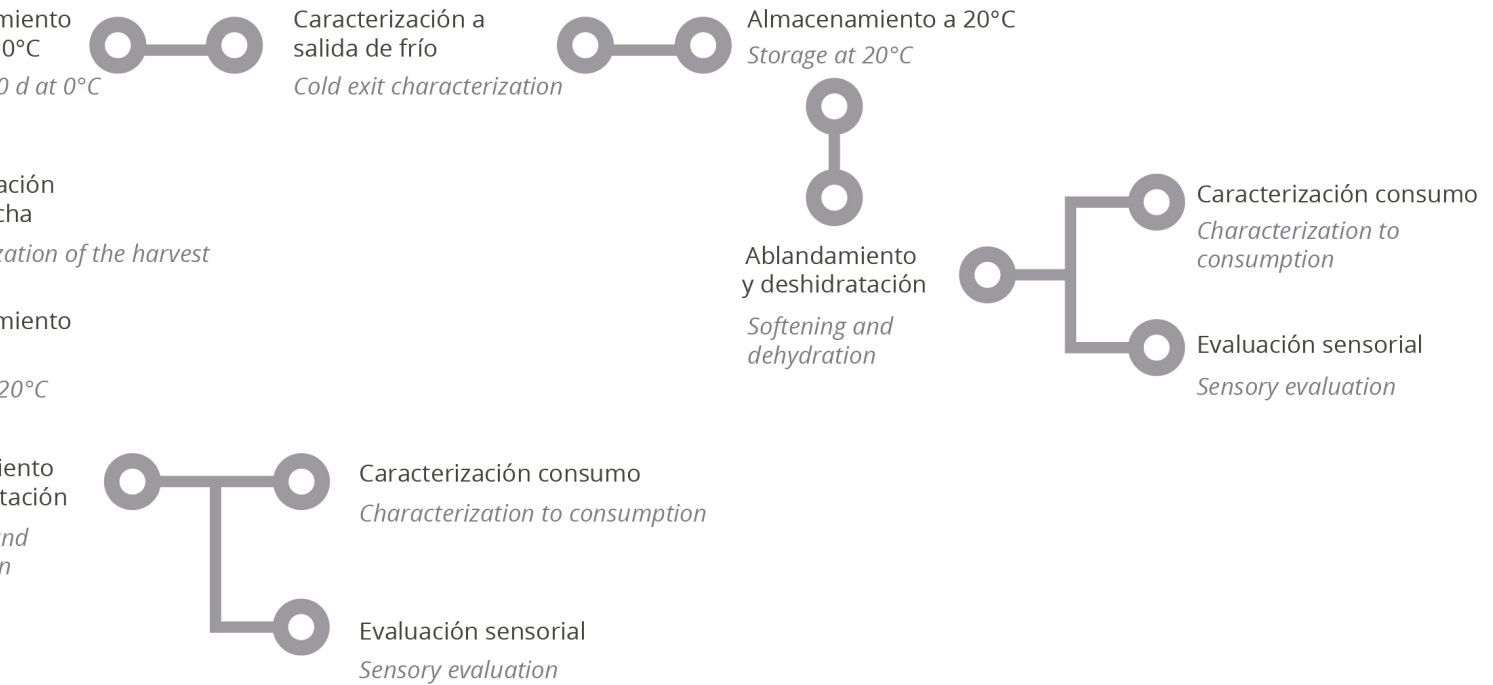




Seguimiento IAD en el árbol

IAD tracking in the tree

Evaluación materia seca
Dry matter evaluation



Almacenamiento a 20°C
Storage at 20°C

Caracterización a salida de frío
Cold exit characterization

Almacenamiento a 20°C
Storage at 20°C

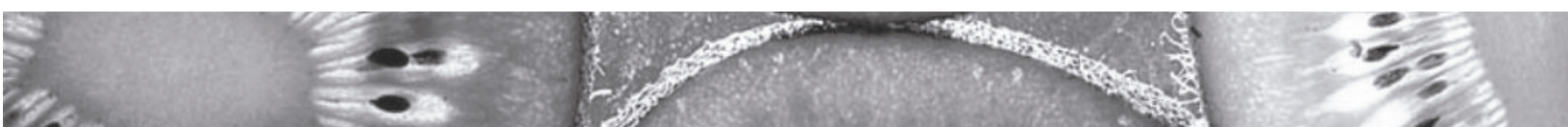
Ablandamiento y deshidratación
Softening and dehydration

Caracterización consumo
Characterization to consumption

Evaluación sensorial
Sensory evaluation

Caracterización consumo
Characterization to consumption

Evaluación sensorial
Sensory evaluation





EVALUACIÓN SENSORIAL CON PANEL ENTRENADO

La evaluación sensorial objetiva de la fruta se determina a través de paneles de jueces expertos y entrenados para este propósito. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emiten, ya que de ello depende la confiabilidad de los resultados. El entrenamiento es una fase muy rigurosa que busca determinar los atributos que definen al fruto del kiwi según cinco parámetros básicos (aparición/forma; color; aroma/olor; sabor y textura). Luego se deben unificar los criterios de evaluación para asegurar la objetividad del panel en su conjunto. Durante estos últimos años se ha reportado que los kiwis

chilenos presentan en los mercados de destino una calidad irregular. Dada esta situación, es muy importante conocer cuál es la percepción sensorial del kiwi, identificar qué atributos o parámetros tienen mayor importancia en la valoración de la calidad y cuáles variedades destacan frente a otras. El atributo más importante que permite seleccionar una variedad por sobre otra es la homogeneidad, seguido por el aroma. En el caso de comparar sólo variedades de pulpa amarilla, el atributo de mayor importancia es el sabor, seguido por la dureza de la pulpa. Se determinó también que las variedades de pulpa amarilla tienen mayor aceptabilidad que las de pulpa verde.





SENSORY EVALUATIONS BY A TRAINED PANEL

The objective sensory evaluation of the fruit was determined by panels of expert judges trained for this purpose. The judges were selected and trained in order to achieve maximum veracity, sensitivity, and reproducibility in their judgments, as the reliability of the results depended on it. The training was a very rigorous phase, seeking to determine the attributes that define kiwifruit according to five basic parameters (appearance / shape; color; aroma / smell; flavor; and texture). The evaluation criteria must be unified to ensure the objectivity of the panel as a whole. In recent years, it has been reported that Chilean kiwis

present irregular qualities in the destination markets. Given this situation, it is essential to understand the sensory perception of them in order to identify the attributes that are the most important in the assessment of quality, as well as which varieties are generally considered the best. We found the most important attribute that allows selecting one variety over another is homogeneity, followed by aroma. In the case of comparing only yellow-fleshed varieties, the attribute of greater importance is flavor, followed by flesh firmness. It was also determined that the varieties of yellow flesh have greater acceptability than the green ones.



BIBLIOGRAFÍA/REFERENCES

Cifuentes-Esquivel, A., C. Meneses and R. Infante. 2012. Marker assisted selection for sex determination in a kiwifruit breeding program. VII Reunión de Biología Vegetal, Pucón, Chile. 3 al 6 de diciembre de 2012.

Pinto, C., R. Infante, D. Scaglione, R. Messina, G. Cipriani and R. Testolin. 2016. Molecular markers for early gender screening in kiwifruit (*Actinidia* spp.). XI Giornate Scientifiche SOI 2016. Bolzano, Italy. 14 al 16 septiembre de 2016.

Pinto, C. 2017. Mapping of agronomic interest in kiwifruit and development of markers for Markers assisted selection (MAS). Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias agrícolas y biotecnología. Università degli Studi di Udine. Udine, Italy.

Scaglione, D., A. Fornasiero, F. Cattonaro, K. Mesa, C. Pinto, P. Shinya, R. Infante, T. Cooper, C. Meneses, R. Messina, O. Lain, G. Cipriani and R. Testolin. 2014. A RAD-based linkage map of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Pl.) and map position of genetic determinants of traits of interest to breeders. *Acta Horticulturae* 1096: 191-198.

Scaglione, D., A. Fornasiero, C. Pinto, F. Cattonaro, A. Spadotto, R. Infante, C. Meneses, R. Messina, O. Lain, G. Cipriani and R. Testolin. 2015. A RAD-based linkage map of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Pl.) as a tool to improve the genome assembly and to scan the genomic region of the gender determinant of the marker-assisted breeding. *Tree Genetics & Genomes* 11 (115): 1-10.

Silva, C., J. Salazar, P. Zapata, C. Jorquera, M. Bastías, P. Shinya, T. Cooper, I. Pacheco, C. Meneses and R. Infante. 2017. RNA-Seq analysis of postharvest behavior in kiwifruit *Actinidia deliciosa* after 1-MCP and Ethrel applications. XII Reunión de Biología Vegetal. Villarrica, Chile. 4 al 7 de diciembre de 2017.

Tapia, M. 2012. Estudio de factores fisiológicos del kiwi (*Actinidia deliciosa*) variedad Hayward, y sus efectos en la textura durante el almacenamiento. Memoria para optar al título de Ingeniero en alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago, Chile. 60p.





