

Capítulo 12. Historia de la producción de arroz en Chile. 1920-2020

Mario Paredes C., Viviana Becerra V., Gabriel Donoso Ñ.

I. Producción de arroz. 1920-1940.

Primeros antecedentes

Los primeros antecedentes sobre el interés de producir arroz en Chile se remontan a la época en que Don Ambrosio O'Higgins, era Gobernador del Reino de Chile (1788 – 1796). Bajo esa distinción realizó un viaje por algunas ciudades de Chile para fomentar la producción agrícola y minera del país. Es así como en Huasco y La Serena recomendó realizar el cultivo de la caña de azúcar y el algodón, y en las ciudades de Aconcagua, Quillota y Coquimbo propuso cultivar arroz (Dinator, 2015).

A mediados de 1800, ya se observaba gran interés de los hacendados por empezar a producir arroz debido al 'gran consumo' de este producto por la población chilena. En aquella época, la importación de arroz en el país era de aproximadamente 2.450 toneladas (t) (Gay, 1846). El gobierno, consciente de este interés y necesidad de ahorrar divisas, el 12 de agosto de 1850 estableció mediante un Decreto la protección del cultivo del arroz y lo eximió del derecho al pago del diezmo a la cosecha. Sin embargo, y a pesar de esta situación la producción de arroz en el país aparecía como poco rentable y atractiva, debido a los bajos precios internacionales. Unida a esta situación, estaba la preocupación sanitaria de las autoridades del país que señalaban que en el caso de producir arroz se debían: a) tomar las precauciones necesarias para cuidar la salud de la población trabajadora, debido a la posibilidad de 'contraer enfermedades y fiebres' que se pensaba estaban asociadas al cultivo del arroz; b) mantener una constante vigilancia sanitaria sobre esta situación y; c) evitar mantener el agua estancada en los cuadros sembrados, especialmente en los primeros estados de desarrollo de la planta, para prevenir una alta población de mosquitos, los que se convertirían en posibles focos de transmisión de enfermedades (Gay, 1846).

A pesar del interés del gobierno y los agricultores por la introducción del cultivo del arroz en el país, pasó bastante tiempo hasta que este anhelo se hizo realidad. En aquella época se debatían dos posibilidades. La primera sostenía que era posible establecer el cultivo de arroz en condiciones de secano, principalmente en las provincias meridionales de Chile, donde el suelo era húmedo y las lluvias frecuentes, o desarrollar el cultivo bajo condiciones de riego, en aquellos suelos que tuvieran abundante agua (Tornera, 1872). Por otro lado, se planteaba también, que no era posible cultivar arroz en Chile, ya que el país no contaba con el agua suficiente para el desarrollo del cultivo, ni tampoco poseía las condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento de la planta. Además, se agregaba que, aunque el país poseyera el agua suficiente, el cultivo del arroz no sería una buena alternativa productiva y económica, ya que, con la cantidad de agua requerida para producir una hectárea de arroz, se podría producir cuatro a cinco hectáreas de otros cultivos (Opazo, 1922).

Primeras experiencias del cultivo de arroz en el país

En relación a los factores que estimularon la introducción y experimentación de nuevos cultivos, entre ellos el arroz, se mencionan el efecto negativo de la gran depresión y las consecuencias de las guerras internacionales a finales de la década de 1920 y principios de la década de 1930,

que provocaron problemas en el abastecimiento de algunos productos al país. Entre los cultivos introducidos y que posteriormente fueron sembrados comercialmente en el país, estaban el arroz (*Oryza sativa* L.), girasol o maravilla (*Helianthus annuus* L.) y la remolacha o betarraga sacarina (*Beta vulgaris* L.). Este trabajo de introducción de nuevas alternativas productivas estuvo fuertemente estimulado y apoyado por la Junta de Exportaciones Agrícolas, organismo estatal creado para este objetivo (Villalobos et al., 2001).

Varias décadas después, los agricultores decidieron empezar a experimentar con la posibilidad de sembrar arroz en el país. Los antecedentes disponibles permiten señalar que las primeras siembras de arroz se realizaron alrededor de 1920 (Anríquez, 1934; Villalobos, 1941; Astorga, 1944; Garcés, 1945; Olate, 1950; Uribe, 1955; Torrealba, 1956; Koller, 1958; González, 2018), aunque las primeras cifras oficiales de producción de arroz del país se remontan a la temporada 1932-1933. A pesar de ello, el Segundo Censo Agropecuario (1935-1936) no incluyó información oficial sobre la producción de arroz en el país (Dirección General de Estadísticas, 1931; 1933; 1938). Por otro lado, antecedentes señalan que en el año 1918 se habría realizado una de las primeras siembras de arroz en el país, específicamente en la provincia de Linares (Foto 1). Esta siembra la habría realizado el Sr. Joaquín Mestre, en el Fundo Alta Gracia, ubicada en el camino a La Montaña, frente al criadero de caballos del Almendro. Esta siembra se habría realizado en una vega que se rellenó con suelo extraído de los caminos rurales y con semilla importada desde Valencia, España, utilizando el sistema de almácigo y trasplante. El éxito de esta siembra y la habilitación del canal Melao habrían incentivado a otros agricultores a sembrar arroz (González, 2018).

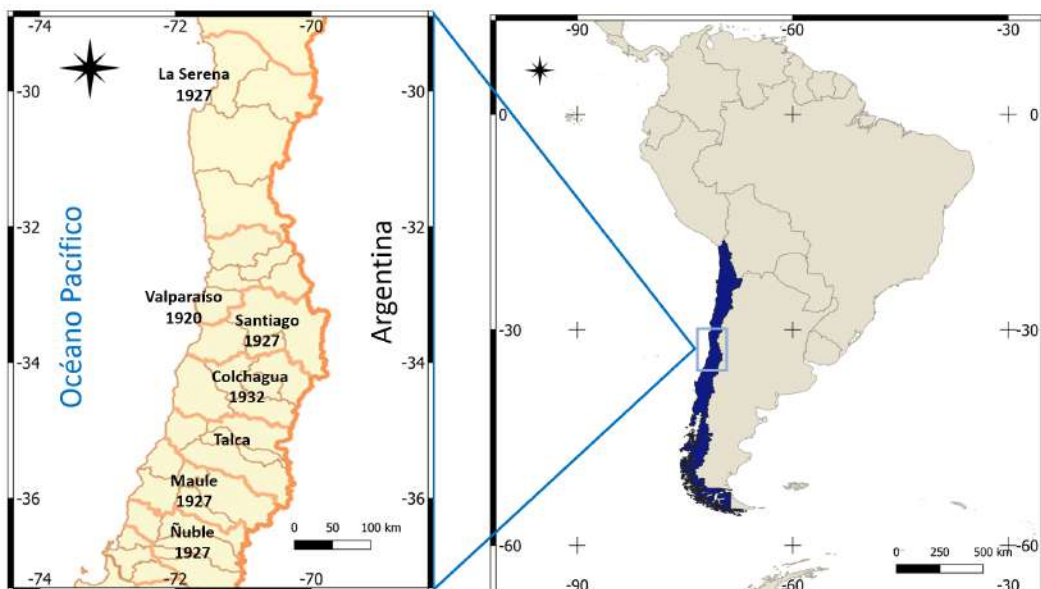


Figura 1. Primeras siembras de arroz en Chile. Gobierno de Chile, 1928.

Otra información señala que, en el año 1923, un ciudadano japonés, el Sr. Hata, habría realizado también una de las primeras siembras de arroz en el país, en el Fundo Yaquil de propiedad del Sr. Álvaro Bunster, ubicado en los Altos de Valparaíso. La semilla utilizada en esta siembra habría sido importada desde Perú. En este caso, se menciona que debido a la ‘mala adaptación de las plantas, los bajos rendimientos y la calidad deficiente del grano de arroz cosechado’ no se habría continuado con este experimento (Gil, 2012; Olate, 1950).

Una nueva información relata que, en el año 1927, se habría sembrado arroz por primera vez en las ciudades de Quillota y Casablanca, pero con 'muy malos resultados'. En la misma época se habría sembrado arroz también en La Serena con un 'buen resultado' (producción). Dado lo anterior, una muestra del arroz producido en La Serena se expuso en una vitrina de una joyería de Santiago, como una manera de promocionar la siembra de arroz en el país. Sin embargo, la repetición de esta experiencia en La Serena no tuvo los resultados obtenidos con anterioridad y la cosecha se perdió completamente.

Alrededor de la misma época, también se sembró arroz en las ciudades de Renca, Talca y Linares, con resultados positivos y negativos. Sin embargo, en una pequeña siembra realizada en el jardín por una religiosa del Hospital de la ciudad de San Carlos, se habría obtenido un 'buen resultado', es decir, se habría cosechado arroz (Olate, 1950). Aparte de estas experiencias, varios extranjeros con algunos conocimientos sobre el cultivo del arroz desarrollaron otros proyectos destinados a establecer este cultivo en diferentes zonas del país, con resultados positivos y también negativos (Anríquez, 1934).

Los primeros intentos de la producción del arroz en el país, se realizaron sin un mayor conocimiento de la planta y del sistema de cultivo, utilizando el método de la 'prueba y error'. Es así como los agricultores concentraron sus esfuerzos en la introducción de una gran cantidad de variedades, las que fueron sembradas en diferentes localidades del país, con la esperanza de obtener alguna producción. Durante las primeras introducciones, no hubo ninguna preocupación por el origen de las variedades, muchas de las cuales provenían de regiones tropicales y subtropicales, las que, al ser sembradas en condiciones de clima templado, no daban buenos resultados. Estas variedades presentaban un largo período vegetativo y en varias ocasiones no alcanzaban a producir grano o a madurar. Debido a esta situación, el obtener una variedad ('semilla') que tuviera una buena adaptación a las condiciones, principalmente climáticas del país, pasó a constituirse en la primera prioridad de esa época. Alrededor de 1928, la Estación Agronómica del Ministerio de Agricultura inició el 'primer trabajo de mejoramiento genético', que consistió en la colección de granos ('semilla') de arroz proveniente de siembras de agricultores que habían obtenido buenos rendimientos. Esta semilla fue distribuida entre los agricultores interesados en sembrar arroz, como una manera de empezar a mejorar, estabilizar la producción y la calidad del arroz producido en el país (Garcés, 1945; Uribe, 1955; Koller, 1958).

Los constantes fracasos en las siembras obligaron a los agricultores a cambiar su estrategia de introducir variedades desde 'cualquier país' y a priorizar la importación de variedades desde países con características climáticas similares (latitud) a las del país. Este cambio de estrategia dio buenos resultados y las nuevas variedades importadas presentaron una mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de nuestro país. Sin embargo, estas variedades poseían una alta susceptibilidad al desgrane, lo que obligaba a cambiarlas constantemente (Astorga, 1944). Debido a esta situación, no era posible mantener la pureza de las variedades introducidas. Es así como al poco tiempo de ser cultivadas, se perdía la identidad de las variedades, produciéndose una mezcla entre ellas. Esto derivó a tener un grupo de variedades que estaban constituidas por una mezcla de materiales introducidos y adaptados a las condiciones climáticas del país. Esta mezcla inicial de variedades contribuyó a la formación de lo que más tarde se llamaría 'semilla nacional' que, por varios años, fue la base de la producción de arroz del país (Astorga, 1944).

A pesar de todos estos inconvenientes, el interés por producir arroz en el país continuó en la próxima década. Así, a principios de la década de 1930, se observaban pequeñas superficies de 'siembras experimentales' de arroz de carácter comercial y algunas siembras de mayor superficie que utilizaban las diferentes variedades introducidas. A pesar de los avances logrados en la década anterior, los resultados de estas experiencias, en algunos casos fueron satisfactorios, pero en la mayoría de ellos fueron negativos.

Durante el año 1932 se realizaron 15 ‘siembras experimentales’ de arroz en campo de agricultores, con variedades de origen italiano que habían dado un mejor resultado en siembras anteriores. Estas siembras experimentales ocuparon una superficie aproximada de 85 ha, algunas de las cuales se mencionan en el (Cuadro 1). En estas ‘siembras experimentales’, las dos variedades que presentaron el mejor resultado fueron: ‘Zanzio’, por su mayor precocidad, y la variedad ‘Italiana’ introducida desde Argentina, de grano grande, pero un poco más tardía que ‘Zanzio’. Éstas y otras variedades permitieron formar un nuevo ‘grupo de variedades’ que se caracterizaron por su mayor precocidad y mayor rendimiento bajo nuestras condiciones de clima templado. Sin embargo, rápidamente se mezclaron (‘degeneraron’) con otras variedades, lo que obligó a cambiarlas para mantener los rendimientos (Opazo, 1939).

Los resultados de estas experiencias indicaron que sólo las siembras realizadas en las localidades de Renca, Los Loros y Polonia, ubicadas en la zona central del país, tuvieron un buen resultado. Dentro de ellas se destacó la siembra realizada en el Fundo Quilapán, ubicado en la localidad de Polonia, por su mayor superficie (Cuadro 1). Por ello, se describe el sistema de producción utilizado en este fundo, para dar a conocer la tecnología utilizada en aquella época (Anríquez, 1934).

Cuadro 1. Agricultor, lugar y superficie (ha) de siembras de arroz realizadas en Chile en 1932.

Agricultor	Lugar	Superficie (ha)	Resultado
Julio Araya	Santiago (Estación Agronómica)	1/5	Negativo
Julio Araya y Aníbal Barrios	Lonquén	7,9	Positivo, cosecha 3 t
Hermanos González	La Serena	15,7	Negativo
Vicente Villagra	Renca	1	Positivo, cosecha 5,4 t
Jenaro Prieto	Llay Llay (Santa Teresa)	0,8	Negativo
Jenaro Prieto	Los Loros	0,8	Positivo
Jenaro Prieto	Los Andes	1/5	Negativo
José Leguía	Talagante (Caja de Compensación)	1,5	Negativo
Técnico español	Linares	15,7	Negativo
Angel Bozzano	San Bernardo, Santiago (Politécnico de Menores)	1/3	Negativo
Bernardo Moreno	Polonia, San Fernando (Fundo Quilapán)	36,2	Positivo, cosecha 1,1 t ha ⁻¹

Fuente: Anríquez, 1934; Astorga, 1944.

La siembra del arroz se estableció en un suelo con alto contenido de arcilla, poco profundo y muy desnivelado, lo que obligó a realizar cuadros muy angostos, con un fuerte incremento en los costos de producción. La semilla de arroz sembrada fue del tipo Moscado, variedad ‘Carolino’, traída desde la localidad Quilmes, Argentina. El sistema de siembra fue de almácigo y trasplante. La siembra del almácigo se realizó el 26 de octubre, muy tarde debido al retraso de la llegada de la semilla. El trasplante se realizó entre el 20 de noviembre y el 13 de diciembre. La cantidad de semilla utilizada fue alrededor de 34,5 kg ha⁻¹. La cosecha se realizó en forma manual, segando las plantas de arroz a mano, desde fines de abril hasta el 10 de mayo. Para la trilla se utilizó una trilladora ‘Case’, a la que se le sacó diente por medio a los cóncavos para facilitar su labor. La velocidad del cóncavo fue de 600 rpm. El rendimiento fue de 1,1 t ha⁻¹ (Anríquez, 1934).

Las causas del bajo rendimiento se atribuyeron: a) uso inadecuado de semilla, importación de semilla de una zona cálida que tuvo una mala adaptación; b) siembra-trasplante tardía; c) baja temperatura del agua, lo que causó la pérdida de plantas de arroz a la entrada de todos los cuadros, hasta que el agua alcanzó una temperatura de 12° C, aproximadamente; d) alta esterilidad floral debido a las bajas temperaturas en la etapa reproductiva; y e) el largo del período vegetativo de la 'variedad' utilizada (Anríquez, 1934).

Éstos y otros experimentos permitieron demostrar que era posible producir arroz en forma extensiva y comercial en Chile, como también dar las primeras recomendaciones técnicas para su cultivo (Opazo, 1939; Uribe, 1955; Koller, 1958). Los resultados de estas experiencias permitieron concluir también que se podía establecer el arroz en las localidades situadas al poniente del valle central, es decir, en localidades más cercanas a la cordillera de la costa, en algunas localidades de los valles transversales, donde las condiciones climáticas eran más benignas para el desarrollo de la planta, y en algunos suelos considerados 'marginales' para otros cultivos. Estos suelos, por lo general, estaban ubicados en terrenos bajos, eran arcillosos y, en algunos casos, poseían un subsuelo impermeable que solía inundarse en invierno (Astorga, 1944).

Basado en estos resultados, se determinó que la zona comprendida entre Santiago y Ñuble poseía los terrenos y condiciones climáticas adecuadas para el cultivo del arroz y, dentro de esta zona, las provincias que poseían alto porcentaje de 'suelos arroceros' eran Talca, Linares y Ñuble (Koller, 1958). A pesar de los buenos resultados obtenidos en los suelos arcillosos, se recomendaba evaluar económicamente la factibilidad de sembrar arroz en suelos de mejor calidad (Opazo, 1939; Astorga, 1944).

En el año 1933, continuaron las 'siembras experimentales' y la superficie sembrada con arroz aumentó a 144 ha, nuevamente con algunos éxitos y también fracasos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Agricultor, lugar de siembra, superficie sembrada (ha) y resultado de las siembras de Arroz en 1933.

Agricultor	Lugar	Superficie (ha)	Observaciones
Aníbal Barrios	Lonquén	31,5 ha	Se perdieron 10 ha, el resto tuvo un buen rendimiento
Eladio Rodríguez	Paine	28,3 ha	Negativo
Hermanos Ginestar y Jorge Larraín	Chépica	23,6 ha	Satisfactorio
Pedro Ugarte	Renca	11,0 ha	Negativo
Alejo Rubio	Graneros	9,4 ha	Satisfactorio
Bernardo Moreno	Polonia, Fundo Quilapán.	4,7 ha	Negativo
Vicente Villagra y Srs. Gelona	Graneros, Fundo el Arrozal	44,0 ha	Positivo, 4,5 t ha ⁻¹
Pedro Tagle	Malleco	1/3 ha	Negativo
Sr. Yama, técnico japonés	La Cisterna, Santiago	1/4 ha secano	Negativo
Angel Bozzano	Ñuñoa, Santiago	200 m ²	Negativo

Fuente: Anríquez, 1934; Torrealba, 1956.

Los resultados obtenidos durante esta temporada indicaron que sólo la siembra realizada en el Fundo El Arrozal, ubicada en la localidad de Graneros, obtuvo un resultado positivo. Esta siembra se realizó en un buen suelo, donde las condiciones climáticas fueron adecuadas. Desde septiembre a marzo se acumularon 3.689 °C. En este campo se sembraron 10 ha al voleo (llamada siembra directa o de asiento) y en otras 18 ha se utilizó el sistema de almácigo y trasplante. La siembra se realizó desde el 20 de agosto hasta el 6 de noviembre. El principal problema fue las malezas. En esta siembra se detectaron 22 malezas diferentes, siendo la más abundante y perjudicial el hualcacho (*Echinochloa* spp.), por lo cual se realizaron de una a tres limpiezas manuales, dependiendo del grado de infestación de malezas, en los diferentes sectores sembrados. Se sembraron 30 `variedades`, la mayoría de ellas obtenidas en el país. La cosecha se realizó desde el 5 de marzo hasta principios de mayo, con un rendimiento de alrededor de 4,5 t ha⁻¹. En ciertos sectores del potrero se obtuvieron rendimientos de hasta 15,0 t por cuadra, equivalentes a 9,5 t ha⁻¹ (Anríquez, 1934).

En 1934 se destacaron las siembras de 31,4 ha de don Alejo Rubio, otra de 44 ha de don Vicente Villagra en el fundo El Arrozal, ambas en la localidad de Graneros, y la siembra de 31,4 ha de don Aníbal Berríos, en el Fundo El Castillo, en la localidad de Lonquén. Entre las variedades sembradas en esa época se pueden mencionar `Moscado` (Argentina), `Precoce Allorio`, `Precoce Novella` y `Nero Vialone` (Italia), `Americana1600` (U.S.A.), `Japonesa`, y `Cayapé` (brasileña) (Anríquez, 1934). Otras variedades sembradas en la época fueron `Jamaica`, `Vialone`, `Early 1600`, `Lady Wright`, `Kiushu`, `Early Prolific`, `Fortuna`, `Carolino`, `Honduras`, `Edith`, `Blue Rose` y `Hamburgo` (Silva, 1937).

En el año 1939 se inician los primeros estudios más sistemáticos de mejoramiento genético del arroz, por el Departamento de Genética y Fitotecnia del Ministerio de Agricultura (Astorga, 1944; Uribe, 1955), a cargo de los señores Ricardo Hepp y Juan Theune. El primer trabajo consistió en la colecta de 10.000 panojas desde siembras de arroz, con las cuales se comenzó un trabajo de selección que se continuó hasta la década siguiente, en la Estación Genética de Ñuble (Alvarado y Hernaiz, 2014).

Durante la época existían escasos conocimientos técnicos para realizar una siembra de arroz en el país. Sin embargo, Silva (1937) puso a disposición de los agricultores una recomendación técnica bastante moderna para la época, la que, por su interés histórico, se resume a continuación.

En relación al clima, se planteaba que el arroz es una planta de clima cálido, por lo cual, las bajas temperaturas son un factor limitante, ya que producía esterilidad floral (vanazón) y reducción en el rendimiento. La temperatura mínima para el desarrollo de la planta es de 12 °C y la media 18 °C. En relación a la humedad, manifiesta que se debía disponer de suficiente agua, ya que el cultivo se realizaba bajo riego. En este sentido, señala que la disponibilidad de agua al momento de la siembra podía ayudar a obtener una germinación más uniforme, economizar agua de riego y realizar las siembras en épocas adecuadas, lo que permitiría realizar la cosecha fuera de la época de las lluvias, facilitando las labores de siega, recolección y obtención de un grano de buena calidad.

El suelo debe ser plano o ligeramente inclinado que permita tener cuadros amplios, una altura de agua uniforme que posibilite un desaguado rápido en el momento de la siega para la entrada de los equipos de cosecha. El suelo debe tener una estructura fina (arcillosa o limosa), poco profundo, y con un subsuelo impermeable, con un buen contenido de calcio, potasio, fósforo y no ser muy pobre en nitrógeno.

El suelo debe ser preparado con anticipación, en la estación seca, para eliminar malezas y mejorar su condición física, recomendándose una rotación con una leguminosa. La preparación de suelos debe ser similar a la utilizada en otros cereales, es decir, realizar una aradura superficial seguida, a los 15 d o tres semanas, por dos rastrajes en sentido transversal a la labor anterior. Si el suelo es muy arcilloso o estuvo cubierto con pasto, puede ser conveniente hacer una segunda aradura más profunda y cruzada, seguida de un rastraje.

Una vez preparado el suelo, se debe proceder a realizar las curvas de nivel con una diferencia de altura de 10 cm. Posteriormente, se puede usar un 'zanjador' (dos láminas de fierro en V) que se pasa en ambas direcciones sobre la curva de nivel para formar el pretil. Los pretiles deben tener uno a dos metros de ancho en la base y 40 cm de altura, que después de asentado el suelo, quedan de 20-25 cm. A continuación, eligiendo las partes más altas, se realizan los cortes en el pretil para colocar las compuertas de madera, que permitirán el paso del agua de un cuadro al otro, teniendo en cuenta que los pasos de agua no queden uno en dirección de otros, para evitar la formación de corrientes. Si es posible, se debe nivelar al interior de los cuadros, usando palas tipo Fresno, de tamaño medio, para que sean tiradas por bueyes, caballos o mulas.

La siembra se puede realizar en forma manual, al voleo, o con máquinas dotadas de un ventilador o máquinas provistas de tolva. Una vez realizada la siembra, se pasa un rastrillo de discos para tapar la semilla. Otro sistema de siembra que se puede utilizar es el conocido como 'de pies o plantones' que permite una menor pérdida de semilla, un crecimiento más vigoroso de la planta y una mayor uniformidad de la siembra. Este sistema consiste en realizar la siembra en surcos, a poca profundidad donde se va depositando la semilla en pequeños hoyos, distanciados a 30 cm. Una vez hecha la siembra, la semilla se tapa con una rastra de ramas, evitando pisar la hilera. Para las siembras al voleo se deben usar entre 79-114 kg ha⁻¹ y si la siembra es a máquina, entre 68-91 kg ha⁻¹ a una profundidad de 5 cm. La dosis de semilla a utilizar debe estar en relación inversa con la fertilidad del suelo.

La fecha de siembra dependerá de la temperatura y el contenido de humedad del suelo y se puede realizar desde el 20 de septiembre hasta el 30 de octubre. Si la humedad del suelo no es suficiente, se debe regar inmediatamente después de la siembra. Sin embargo, esta práctica no es muy recomendable, ya que se puede perder alto porcentaje de la superficie sembrada, debido a la acumulación del agua en algunos sectores del potrero, por los problemas de la desnivelación de los suelos.

En el caso del arroz 'acuático', es preferible esperar que el arroz tenga unos 20 cm de altura para realizar el primer riego; de esta manera se logra vigorizar la planta y facilitar el desarrollo normal de la raíz. Después de este tiempo se debe iniciar el riego permanente. El sistema de riego utilizado consiste en abrir las compuertas que alimentan los cuadros superiores y dejar que el agua sature el suelo y alcance una altura de 5 cm, para darle paso al cuadro siguiente, donde se repetirá este procedimiento hasta inundar todos los cuadros. Cuando todos los cuadros están inundados, se procede a subir la altura del agua hasta los 15 a 20 cm, la que se mantendrá constante hasta la aparición de las primeras panojas. En este momento se quita el agua por espacio de ocho a 12 d, para volver a llenarlos hasta que la panoja empiece a doblarse, por el peso de los granos. En este estado se suspende la entrada del agua por 8 d para, posteriormente, proceder a iniciar el drenaje de los cuadros. En el caso de lluvias, se pasa el arado sobre los pretiles, para acelerar el drenaje de los cuadros y facilitar la cosecha posteriormente. La cantidad de agua que utiliza el arrozal es muy variable y puede variar entre 1 a 2 L s⁻¹ ha⁻¹, pero en algunos casos puede llegar a más de 5 L s⁻¹ ha⁻¹.

Cualquiera sea la variedad elegida, la semilla debe estar libre de malezas, tener un buen poder de germinación y un buen peso (densidad). El agricultor puede producir su propia 'semilla', para lo cual debe elegir un terreno homogéneo, darle un manejo óptimo y cosechar la semilla en forma separada del resto de la producción. En el país se han probado una gran cantidad de variedades, tales como, 'Jamaica', 'Early 1600', 'Vialone', 'Kiuski', 'Lady Wright', 'Early Prolific', 'Fortuna', 'Carolino', 'Hondura' y 'Edith'.

El uso del agua no es suficiente para control de las malezas en el arrozal, por lo cual es importante realizar el control manual de ellas. Si la superficie es pequeña y hay pocas malezas, se puede suspender el riego por unos pocos días, para realizar el control de las malezas; de lo contrario, el control de malezas se debe realizar con el arrozal inundado. Las malezas más comunes de

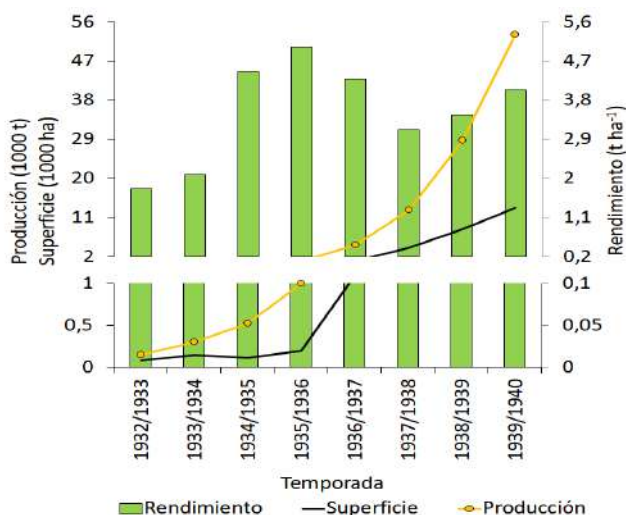
los arrozales son el frijolillo, variedades de leguminosas que producen semillas que son difíciles de separar por densidad del arroz y producen pérdidas del valor del producto. Otro tipo de malezas son los juncos, *Cárex* y gramíneas acuáticas como 'barbarroja' (por el color rojo de su inflorescencia), el 'hartón', yerba del agua, potra, zarza, entre otras.

Si la superficie es pequeña, lo más práctico es la cosecha manual, pero en superficies superiores a cinco ha es preferible utilizar trilladoras. El período de cosecha depende de las variedades (120 a 180 d después de la siembra) y fechas de siembra. Sin embargo, esta labor se puede realizar desde fines de febrero hasta fines de abril, cuando la siembra se realiza los primeros días de octubre hasta fines de noviembre. La cosecha se realiza cuando el grano está maduro, es decir, cuando la panoja se dobla, quedando la punta más baja que la base, las glumas que recubren el grano se vuelven amarillas y secas, el grano se torna duro y transparente, el raquis de la panoja está seco y quebradizo, aunque las hojas y las cañas se mantengan verdes.

Cosecha del arroz en pequeñas superficies se puede realizar en forma manual, segando con la echona y luego transportarlo en gavillas hasta cerca de la casa para secarlo. Es importante, amontonar las gavillas con los granos hacia arriba en pequeños montones para, posteriormente, trillar a golpes. La trilla a golpes consiste en golpear las gavillas contra un trozo de madera, recogiendo el grano en una lona para limpiarlo, utilizando el viento y el zarandeo.

En el caso de la trilla mecánica, la alimentación de la máquina se realiza por medio de carros o carretas, tirados por mulas, caballos o bueyes, en los que descargan las gavillas en forma manual o con horquillas. Los sacos de arroz trillados se dejaban sobre paja seca de arroz, para que el grano no se humedezca. El porcentaje de humedad del grano requerido por la industria era de 14 %, lo que se reconocía en forma práctica cuando el grano soltaba la cáscara fácilmente, sin quebrarse. El rendimiento era muy variable, ya que dependía de múltiples factores. Sin embargo, se podía estimar entre 2.000 a 2.400 kg ha⁻¹, aunque algunos agricultores podían cosechar entre 3.500 a 4.000 kg ha⁻¹.

Durante la década de 1930 el cultivo del arroz continuó su desarrollo, alcanzando una superficie sembrada de 13.190 ha en la temporada 1939-1940, lo que significó un aumento considerable de superficie sembrada, si se compara con las 84 ha sembradas en la temporada 1932-1933 (Figura 2). Este aumento de la superficie sembrada estuvo aparejado con un considerable aumento del rendimiento de 1,8 a 4,0 t ha⁻¹, en las mismas temporadas mencionadas anteriormente (Figura 2).

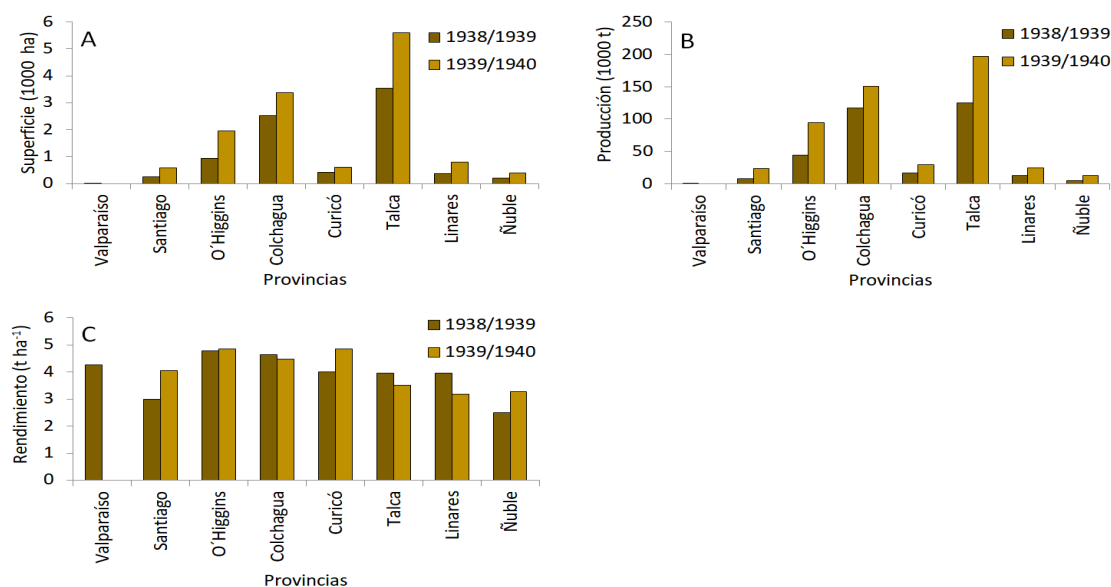


Fuente: Sims, 1960.

Figura 2. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento (t ha⁻¹) de arroz entre las temporadas 1932-1933 y 1939-1940.

La información obtenida de la experimentación realizada por los agricultores, previo a la década del 1930, permitió delimitar la zona de producción de arroz entre las provincias de Valparaíso y Ñuble (Cuadro 4). Aunque la zona al norte de Valparaíso poseía buenas condiciones climáticas para el desarrollo de la planta arroz, no contaba con suficiente agua para el cultivo. Por el contrario, la zona más al sur de la provincia de Ñuble, poseía condiciones climáticas adversas para el crecimiento de la planta (Villalobos, 1941).

La primera información provincial de la distribución de la producción de arroz señala que las provincias de Colchagua y Talca concentraron la mayor superficie sembrada en estas dos temporadas (Figura 3), sin embargo, los mejores rendimientos se obtuvieron en las provincias de O'Higgins y Curicó, con casi $4,9 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 3 A, B, C). Estos rendimientos eran similares a los obtenidos en Italia ($5,0 \text{ t ha}^{-1}$), España ($4,7 \text{ t ha}^{-1}$) y Japón ($3,4 \text{ t ha}^{-1}$) y muy superiores a los obtenidos en India ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$), en la misma época. En esa época se destacaba la siembra realizada en 1939 en la zona de Talca, en los suelos de 'Paniagua' por el Sr. Sone, utilizando semilla de origen japonés, y el Sr. Hata, ambos con buenos resultados (Gil, 2012).



Fuente: Villalobos 1941.

Figura 3. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento (t ha^{-1}) de arroz por provincias. 1938-1939 y 1939-1940.

Este desarrollo del cultivo cimentó las bases para la formación de una industria pujante y de empresarios agrícolas que sembraban en grandes extensiones. Es así como, para mediados y finales de la década de 1930, el arroz se transformó en el mejor negocio agrícola, que proveía buenas ganancias, que se podía realizar en grandes superficies, con posibilidades de crédito, sin necesidad de contar con un capital importante y a un bajo costo. Como el cultivo se realizaba en 'suelos nuevos' que no habían sido cultivados anteriormente, no era necesario usar fertilizantes, ni pesticidas, requiriéndose sí de una amplia disponibilidad de mano de obra para realizar las labores de riego y cosecha, trabajo que era complementado con el uso de trilladoras estacionarias para la cosecha (Sims, 1969). En esta misma época, en el año 1939, el Ministerio de Agricultura, por intermedio del Departamento de Genética y Fitotecnia, reinició los estudios sobre el cultivo del arroz (Astorga, 1944; Olate, 1950; Torrealba, 1956).

Este auge de la producción arrocerera fue apoyado también por las obras de reconstrucción, posterior al terremoto de 1939, que favoreció a varias áreas de la economía del país, entre ellas la agricultura y el cultivo del arroz. Por ejemplo, en esa época se llevó a cabo la construcción del embalse 'Bullileo' (1931-1946) y, posteriormente, el embalse 'Digua' (1954-1968) en la zona de Parral, los que permitieron la transformación del sector de 'Las Cauchas', ubicado en el camino de Parral-Cauquenes, que estaba cubierto de espinos y cardos en una zona regada, y que pasó a ser sembrada con arroz. En esta zona, un agricultor pionero en la siembra de arroz fue el Sr. Manuel Olivares, seguido posteriormente por los Sres. Luis A. Pinochet, Enrique Astorga, Agustín Retamal y Miguel Núñez, entre otros (González, 2018).

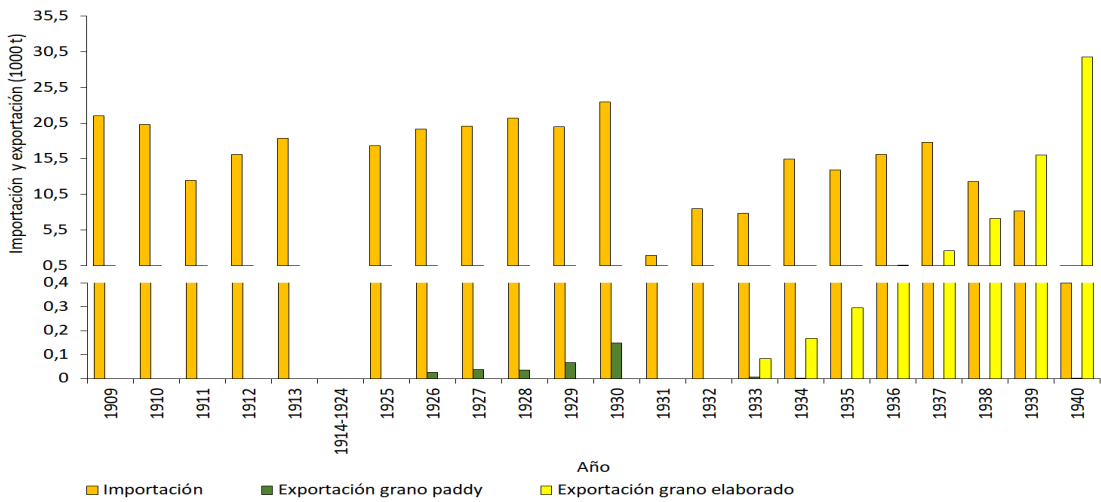
Industria arrocerera

A nivel nacional se empezó a establecer también una industria elaboradora de arroz, con una capacidad instalada en constante aumento. Es así como, en el año 1938 había nueve molinos arroceros, con una capacidad instalada de 50 mil toneladas, ubicados entre las ciudades de Valparaíso y Talca. De estos nueve molinos, tres estaban ubicados en la ciudad de Santiago y poseían el 50 % de la capacidad instalada del total del país (Mardones y Cox, 1942). La primera industria arrocerera en la zona de Parral fue INAPAR, de propiedad de los Sres. Rubio, Fraumeni y Mataraki, que estuvo ubicada en la avenida Aníbal Pinto (Morales, 2015).

Todo este desarrollo del sector arrocerero, se vio reflejado en: a) el mejoramiento del estándar de vida de un grupo importante de personas muy pobres provenientes de vastos sectores de agricultura y ganadería; b) la incorporación de nuevas zonas de riego antes no regadas; c) el uso productivo de un suelo de baja calidad y de escasa utilidad para una actividad económica más rentable; d) la creación de una importante fuente de trabajo en el campo, en el transporte y en el comercio; y d) un ingreso y/o ahorro de divisas producto de las exportaciones de arroz y reducción de las importaciones (Sims, 1966; 1969; Anríquez, 1934; Villalobos, 1941).

Comercio

El rápido desarrollo del cultivo del arroz llevó al autoabastecimiento del país en el año 1939 (Koller, 1958). En este punto, los principales países que habían abastecido de arroz al país eran Italia, U.S.A., Alemania, Ecuador, Brasil, Egipto, India, China, Japón, Argentina y Uruguay. A pesar de haber sido importador de arroz, Chile también exportó o más bien re-exportó pequeñas cantidades entre los años 1926 a 1930 (Figura 4). Sin embargo, entre 1933 y 1939, se exportó arroz producido en el país (y posiblemente también se re-exportó) principalmente a Bolivia, Argentina y Perú y algunos países europeos. Esta situación llevó a los agricultores arroceros a plantear que ellos podrían exportar arroz nacional a los países de Sud y Centroamérica, pero que necesitaban del apoyo del Estado en la dictación de ciertas medidas de protección para llevar a cabo este desafío (fijación de primas de producción, concesión de préstamos con bajo interés a través de instituciones fiscales, protección aduanera por medio de la fijación de impuestos a la importación del producto y/o fijación de primas de exportación), ya que la exportación de arroz dependía del precio del producto y los costos de producción (Anríquez, 1934; Astorga, 1944).



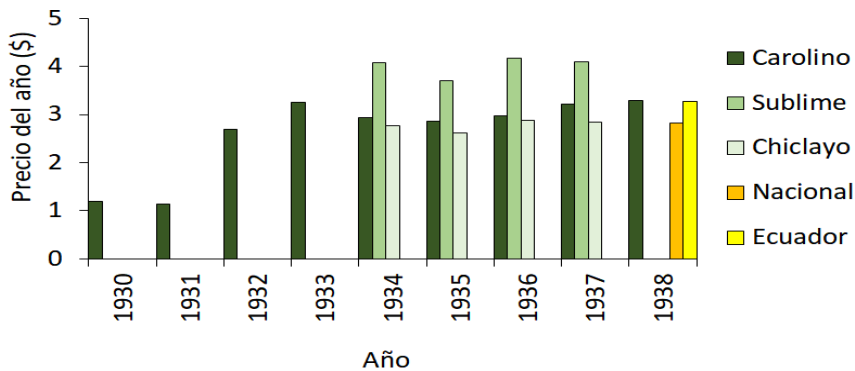
Fuente: Anríquez, 1934; Villalobos, 1941.

Figura 4. Importación (1.000 t), exportación de grano paddy y elaborado (1.000 t) de arroz entre 1909 y 1940.

Para la comercialización del arroz paddy no existía una legislación ni norma nacional, por lo cual, las transacciones comerciales del arroz entre el agricultor y la industria eran fijadas por esta última y se basaba, principalmente, en las características que debía cumplir el producto y los límites y tolerancias de los defectos. Este sistema no contemplaba ningún tipo de bonificación que incentivara a mejorar la calidad del producto producido.

A fines de la década de 1930, el rendimiento industrial del arroz era de un 37 %; es decir, que de 100 kg de arroz paddy se obtenían 37 kg de arroz de grano entero, 19 kg de grano quebrado y 6 kg de grano puntas, o alrededor de 56 % de arroz para la venta directa en el comercio. Por otro lado, los subproductos se comercializaban para su uso en otras industrias (Opazo, 1939), como la harinilla para la producción de concentrados, el aceite para la producción de jabones, las puntas de arroz para su uso en las cervecerías y la cáscara para las fábricas de ladrillos (Uribe, 1955).

El comercio del arroz pulido a nivel del consumidor estaba regulado por el Estado, a través del Comisariato General de Subsistencias y Precios, organismo que fijaba los precios para el comercio del arroz elaborado (Figura 5) y paddy.



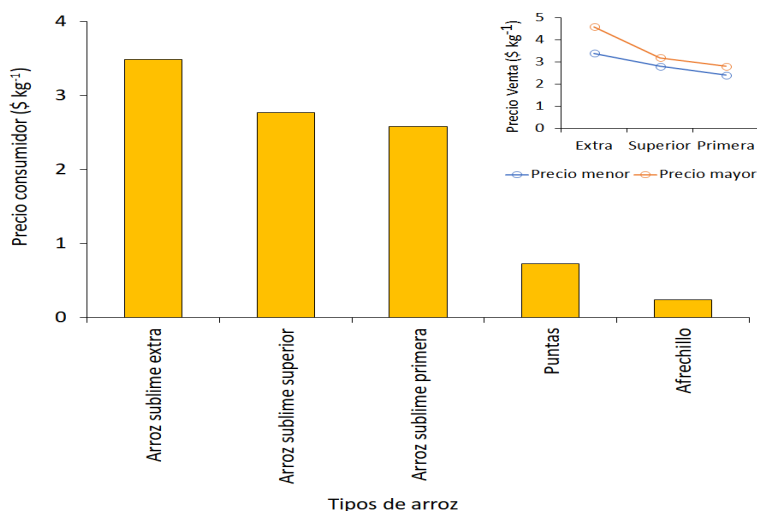
Fuente: Villalobos, 1941.

Figura 5. Precio del año (\$) del arroz elaborado por tipo, entre 1930 y 1938.

A partir de 1939 se establecieron tres categorías de arroz elaborado: arroz sublime extra (primera calidad), arroz sublime (segunda calidad) y arroz sublime primera (tercera calidad), las que podían ser abrillantadas o no abrillantadas. Estas categorías de arroz debían cumplir con los siguientes requisitos:

El arroz sublime extra permitía un cinco (5 %) como máximo de granos partidos. Sus granos debían ser uniformes en el tamaño, brillantes y transparentes (glaseado) o blanco, poseer granos sin estrías rojas, sin impurezas, libre de enfermedades (sano), sin alteraciones y comerciable. El arroz sublime superior aceptaba un 20 % como máximo de grano partido, debía poseer un grano uniforme y regular en su tamaño, brillante y transparente (glaseado) o blanco, contener granos sin estrías rojas, con tolerancia a algunas semillas de hualcacho, ser sano, sin alteraciones, y comerciable. El arroz sublime de primera, podía contener un 40 % de grano partido, como máximo. No había una exigencia en la uniformidad en el tamaño del grano, brillantez y transparencia (glaseado) o blancura, granos sin estrías rojas y con mayores tolerancias a cantidades de hualcacho. Sin embargo, el grano debía presentar una apariencia sana, sin alteraciones y ser comerciable (Astorga, 1944).

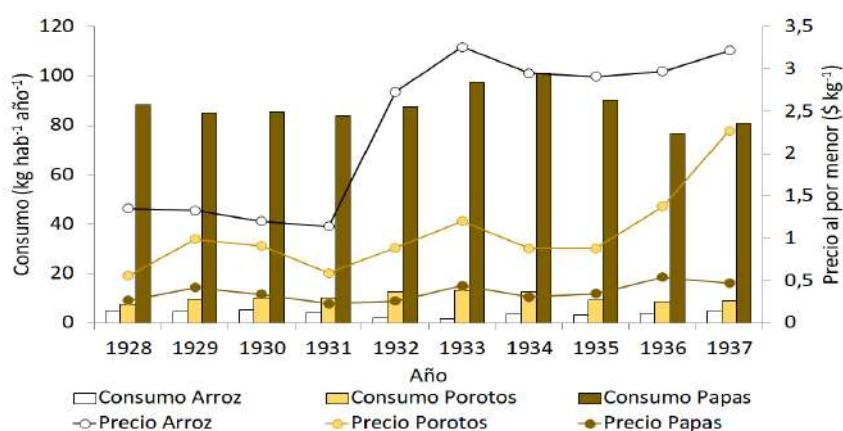
La venta de las puntas y medianas estaba prohibida, para evitar posibles adulteraciones en la comercialización del arroz. El control de esta reglamentación a nivel de comercio minorista estaba a cargo de inspectores gubernamentales. El valor del arroz estaba relacionado directamente con el porcentaje de grano entero. Es así como el mayor valor comercial era para el arroz sublime extra que poseía un mayor porcentaje de grano entero que el sublime primera (Figura 6).



Fuente: Villalobos, 1941.

Figura 6. Precios de la época (\$ kg⁻¹) de arroz por tipo de arroz en el año 1939.

Datos disponibles de la época permiten señalar que el consumo per cápita promedio de arroz Carolino, en el período 1928 y 1937, fue de 3,9 kg hab⁻¹ año⁻¹, menor al consumo de porotos y papas. Al comparar el precio del arroz, éste era superior al de los porotos y las papas (Figura 7).



Fuente: Mardones y Cox, 1942.

Figura 7. Consumo de arroz Carolino, porotos y carne (kg hab⁻¹ año⁻¹) y su precio de la época (\$), promedio anual.

A pesar del progreso obtenido durante las primeras décadas del cultivo del arroz, los principales problemas tecnológicos que necesitaban ser abordados en los próximos años, se podían resumir en los siguientes puntos.

1. Escaso conocimiento técnico del cultivo por parte de los agricultores, aunque a través de la prueba y el error se había logrado delimitar la zona de producción entre la provincia de Aconcagua a la provincia de Ñuble, ocupando la zona poniente del Llano Central.
2. Falta de variedades adecuadas a las distintas zonas de producción. A pesar de que se había logrado seleccionar algunas variedades, la presencia de variedades muy tardías, de bajo rendimiento y ausencia de semillas de buena calidad, seguía siendo un problema a solucionar.
3. Aumento de malezas típicas del cultivo del arroz, como hualcacho (*Echinochloa* spp.) y hualtata (*Alisma plantago*), debido al monocultivo, ausencia de rotación de cultivos y falta de métodos de control eficaces.
4. Agotamiento de los suelos por la falta de aplicación de fertilizantes, deficiente control de malezas y falta de rotaciones.
5. Baja calidad del producto cosechado debido a la alta humedad de cosecha y al mal manejo de poscosecha.

Desarrollo de la institucionalidad y enseñanza agrícola

Antecedentes históricos relacionados con la investigación en arroz en Chile

En el país, el Ministerio de Agricultura y las instituciones de investigación surgieron sólo a fines del siglo XIX o comienzos del siglo XX. A partir de 1830, el Gobierno se esforzó por reactivar la producción agrícola y minera, estancada por las convulsiones del proceso de la independencia. Para lograr tales propósitos, impulsó el uso de maquinarias, mejoró el transporte, extendió las obras de regadío e impulsó la colonización de algunas zonas del país.

En 1838 se creó la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), que editó la revista 'El Agricultor' en el año 1838. En 1841, el Gobierno de Chile adquiere un predio con el objeto de crear un campo experimental agrícola y educacional. Por decreto de 12 de diciembre de 1842, el Presidente Bulnes aprobó el Reglamento Administrativo para la creación de la Quinta Normal de Agricultura,

que pasó a llamarse Quinta Normal de Agricultura y en 1842 se crea la Escuela Práctica de Agricultura que tenía por objetivo capacitar a los trabajadores agrícolas del país. En 1876 se crea el Instituto Agrícola de Chile, encargado de entregar una enseñanza de grado superior. En 1849 se establece el Banco de Chile de Arcos y Cía.; en 1854 la Casa Comercial Bezanilla, McClure y Cía., en 1855 la Caja de Crédito Hipotecario y en 1884 la Caja de Ahorro Agrario. En 1856 se publica la revista 'El Mensajero de la Agricultura' y en 1869 la nueva revista 'El Boletín', que duró hasta 1870, dependientes de la SNA. En ese mismo año se organiza la Exposición Agrícola, destinada a promover diferentes actividades agrícolas, pecuarias y de mecanización. En 1885 se plantea la creación de la Estación Agronómica por parte de la SNA, como una respuesta a la aparición de plagas exóticas que atacaban a diversas especies de plantas introducidas al país, la que se establece en 1925. En 1877 se funda el Hospital Veterinario y en 1882 se crearon varias Escuelas Prácticas de Agricultura en provincias (Correa, 1938).

En 1904 se inicia la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Chile y en 1905 la Escuela Militar Veterinaria, la que da paso a la Escuela de Medicina Veterinaria en el año 1915. En 1905, el Instituto Agrícola de Chile reorganiza su plan de estudios, amplía la duración y el contenido de su programa, que lo habilita para entregar el título de Ingeniero Agrónomo. Diez años después, en 1915, pasa a llamarse Instituto Agronómico de Chile. Ese mismo año se establece la Dirección General de los Servicios Agrícolas, encargada de fomentar la enseñanza y algunas actividades agrícolas específicas. Como la Dirección General de los Servicios Agrícolas no tenía la facultad de establecer Políticas Agrícolas a nivel nacional, mediante el Decreto Ley N°43 de 1924, se creó el Ministerio de Agricultura, Industria y Colonización que sería el encargado de fijar la estrategia de desarrollo agrícola nacional y coordinar las actividades de los diferentes servicios. Mediante el Decreto Ley N° 178 de 1924, se determinó los servicios que dependían del Ministerio y la Dirección General. Éstos fueron el Instituto Agrícola, la Escuela Práctica de Agricultura de Santiago, la Estación Agronómica, Estación de Patología Vegetal, Estación Enológica, Servicios de Sanidad Animal, Servicios de Bosque, Pesca y Caza, Inspección de Escuelas Agrícolas Provinciales, Servicios de Viveros, Parque y Jardines, Aves de Corral, Jardín Botánico, Clínica Veterinaria, Estudios Económicos de la Producción, Mercados y Control de Exportaciones y Divulgación y Propaganda.

Los Decretos Leyes N° 176 y 177 establecieron la protección sanitaria animal y vegetal, y el Decreto Ley N°98 de 1924 reguló el comercio de fertilizantes y en 1925 se promulgó la Ley de Semillas. Por otra parte, las funciones de crédito fueron asignadas a la Caja de Crédito Agrario, creada en 1929 la que, en 1953, junto a otros organismos, pasó a constituir el Banco del Estado de Chile. Durante ese mismo año, el DFL N° 185 aprobó el Estatuto Orgánico del Ministerio de Agricultura que estaba compuesto por la Subsecretaría, la Dirección Nacional de Agricultura y la Dirección Nacional de Pesca y Caza (Correa, 1938).

En 1927 el Instituto Agronómico fue traspasado a la Universidad de Chile que lo transformó en la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria, las que se independizaron en 1938, en la Facultad de Agronomía y la Facultad de Medicina Veterinaria (Correa, 1938). En el mismo año, se eliminó el Ministerio de Agricultura y sus funciones pasaron al Ministerio de Fomento y se crea el Departamento de Agricultura; restableciéndose el Ministerio de Agricultura el año 1930. En 1931, el Ministerio de Agricultura crea el Departamento de Genética y Fitotecnia, dotado de estaciones experimentales en la zona norte (Ovalle y Los Andes), central (Cauquenes, Chillán y Los Ángeles) y austral (Osorno y Puerto Octay). En 1939 el Departamento de Genética y Fitotecnia da un mayor impulso a la investigación, creándose los programas de maíz, trigo, cebada y papa, enfocados, principalmente, hacia la producción de semillas mejoradas y al estudio de adaptación de variedades extranjeras (INIA, 2014).

II. Producción de 1940-1964

Durante el período comprendido entre 1940 y 1950, las condiciones económicas continuaron favoreciendo el aumento en la producción del cultivo del arroz en el país. En este sentido, se

planteaba que el mayor acierto de los agricultores había sido la introducción del cultivo del arroz al país con resultados favorables (Hartard, 1943). Es así como se indicaba que su cultivo había favorecido: a) la disminución de las importaciones, logrando un abastecimiento total de las necesidades de la población, en el año 1941, y un ahorro importante de divisas para el país; b) mayores oportunidades de empleo; y c) un mejor aprovechamiento de nuevos suelos con limitaciones para la siembra de otros cultivos. En el aspecto social, el cultivo había favorecido: a) el pago de mejores salarios, aumentando el poder adquisitivo de los trabajadores arroceros y proporcionado un mayor bienestar social; b) un mayor desarrollo económico en las zonas arroceras que antes estaban desatendidas; c) la construcción de nuevas obras de regadío, caminos y viviendas; y d) la formación y desarrollo de una industria molinera, medios de transporte y maquinaria.

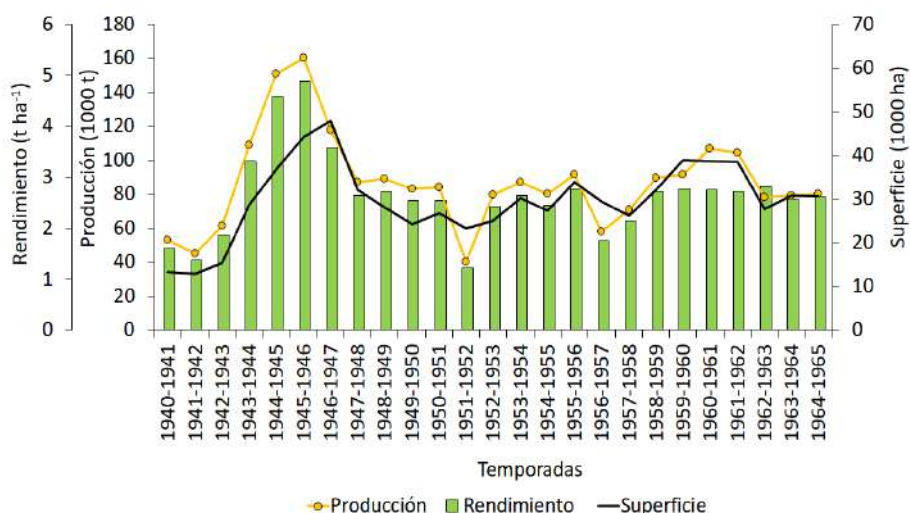
Desde el punto de vista alimenticio, el arroz era un alimento sano, con un alto contenido en carbohidratos, bajo contenido de proteínas, pero muy asimilable, que había contribuido a la alimentación del pueblo y a la utilización de sus subproductos en otras actividades económicas (Villalobos, 1941; Olate, 1950; Torrealba, 1956). Finalmente, la introducción del cultivo del arroz al país había significado una demostración contundente de la capacidad de nuestra agricultura para adaptarse a las exigencias del mercado, y de los agricultores que, sin la ayuda fiscal ni derechos proteccionistas ni medidas de fomento, habían llevado a cabo esa importante iniciativa (Keller, 1956).

Características económicas de la producción

El largo trabajo de prueba y error realizado en los años previos al comienzo de la Segunda Guerra Mundial, permitió a los chilenos disponer de este alimento durante el conflicto (Hartard, 1951), a un precio conveniente (Villalobos, 1941), evitando que la población nacional se viera limitada en el consumo arroz, como sí ocurrió con otros productos alimenticios (Hartard, 1943).

Estimaciones realizadas en la época indican que el área de suelo disponible para ser sembrada con arroz era de 50.000 ha, lo que implicaba disponer de una superficie total de 200.000 ha, considerando una rotación del cultivo de cuatro años (Olate, 1950; Torrealba, 1956).

Desde 1940 a 1964 la superficie sembrada de arroz pasó de 13 a 38 mil ha, mientras que la producción nacional lo hizo desde 45 a 160 mil toneladas, con un rendimiento promedio nacional que varió entre 1,2 y 4,8 t ha⁻¹, aproximadamente (Figura 8).



Fuente: Ministerio de Agricultura, 1970.

Figura 8. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento (t ha⁻¹) de arroz, entre las temporadas 1940-1941 y 1964-1965.

El período 1933-1946 fue la época de mayor desarrollo del arroz en Chile y se compara a lo ocurrido con la 'fiebre del oro', ya que se constituyó en el mejor negocio agrícola. En este período, se conocieron agricultores que sembraron 1.500 ha y que obtuvieron, algunos de ellos, rendimientos de 6,4 a 7,6 t ha⁻¹ (Sims, 1959), superiores a varios países tradicionalmente productores en esa época, como Australia (4,5 t ha⁻¹), Italia (5,5 t ha⁻¹) y España (6,3 t ha⁻¹) (Hartard, 1943).

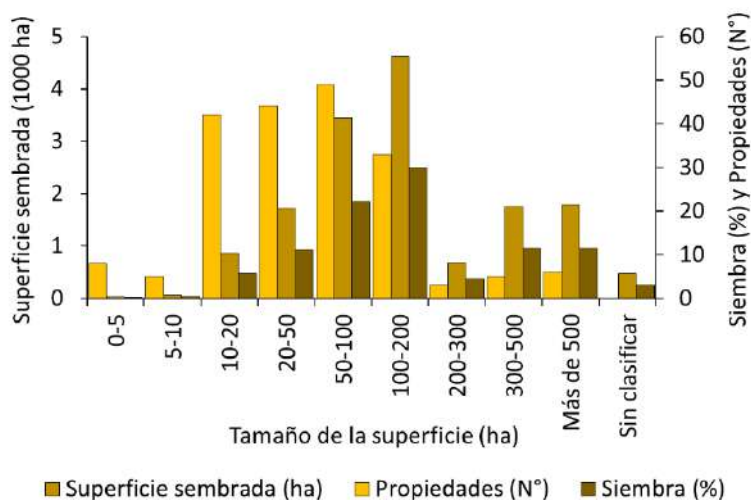
Un análisis del período comprendido entre 1940 y 1964, indicó que la mayor superficie sembrada se logró en el año 1946, con 48.000 ha, a partir de la cual se fue reduciendo paulatinamente hasta llegar a 23.415 ha en el año 1951 (Hartard, 1952; Sims, 1959), para luego subir levemente hasta el año 1959 (Hartard, 1954), y volver a bajar nuevamente en el año 1962. La mayor producción se obtuvo también el año 1945 con 149.817 t, cantidad que siguió la curva de superficie sembrada y se mantuvo desde 1946-47 hasta 1959 en aproximadamente 85.000 toneladas. El rendimiento siguió también a las curvas de superficie y producción, lográndose el mayor rendimiento en la temporada 1945-1946 con 4,9 t ha⁻¹, el que posteriormente se redujo hasta 2,8-3,0 t ha⁻¹. En 1951-52 las condiciones climáticas fueron bastante malas, lo que redujo el rendimiento a sólo 1,2 t ha⁻¹ (Figura 8).

Los principales factores adversos que tuvo que enfrentar el cultivo de arroz en esa década fueron: a) problemas climáticos asociados a las bajas temperaturas que produjeron un alto porcentaje de esterilidad floral ('vanazón') y afectó el llenado de grano; b) reducción de la fertilidad de los suelos, debido a su uso intensivo y al escaso o nulo empleo de fertilizantes; c) aumento de la infestación de malezas, entre ellas el hualcacho, que produjeron una reducción de producción y de la calidad del producto cosechado; d) aumento de los salarios y de los costos de producción, producto de la gran cantidad de mano de obra que utilizaba el cultivo y a la escasa mecanización. Estimaciones realizadas en la época indicaron que un 40 % del costo total de producción lo constituían los salarios, incluyendo rentas, intereses y amortizaciones (Olate, 1950; Torrealba, 1956); y e) bajo precio del producto (Anónimo, 1952). Debido a esta situación se produjo un desplazamiento de las siembras de arroz hacia el sur, en busca de terrenos más baratos, pero donde las condiciones climáticas eran menos favorables para el crecimiento de la planta (Torrealba, 1956).

La visión del gobierno de esos años, sobre el desarrollo del cultivo del arroz, estaba contemplado en las metas propuestas en el Plan de Desarrollo Agropecuario para 1960-1961 y 1970-1971, donde se estimaba una superficie sembrada de 40.000 ha para el año 1970. El objetivo de ese plan era producir una cantidad suficiente de arroz para abastecer el consumo nacional, estimular la actividad de la industria arrocera y ahorrar divisas al país, evitando las importaciones (Sims, 1959). Para lograr esos objetivos, se planteaba una estrategia que contemplaba el mejoramiento genético de las variedades existentes, la eliminación del cultivo de algunas áreas 'marginales' en la zona de Curicó al sur, el uso de 'semilla mejorada' que pudiera reemplazar a la 'semilla nacional', el inicio de un proceso de certificación de semillas con participación de los agricultores, la industria y el gobierno (Sims, 1959; Anónimo, 1962). Esa estrategia planteaba que la semilla mejorada podía tener un fuerte impacto en el aumento del rendimiento y calidad de grano, para lo cual se proponía obtener un grano más uniforme, exento de grano rojo, y con menos pérdidas en el molino (Sims, 1959).

Distribución de la superficie sembrada

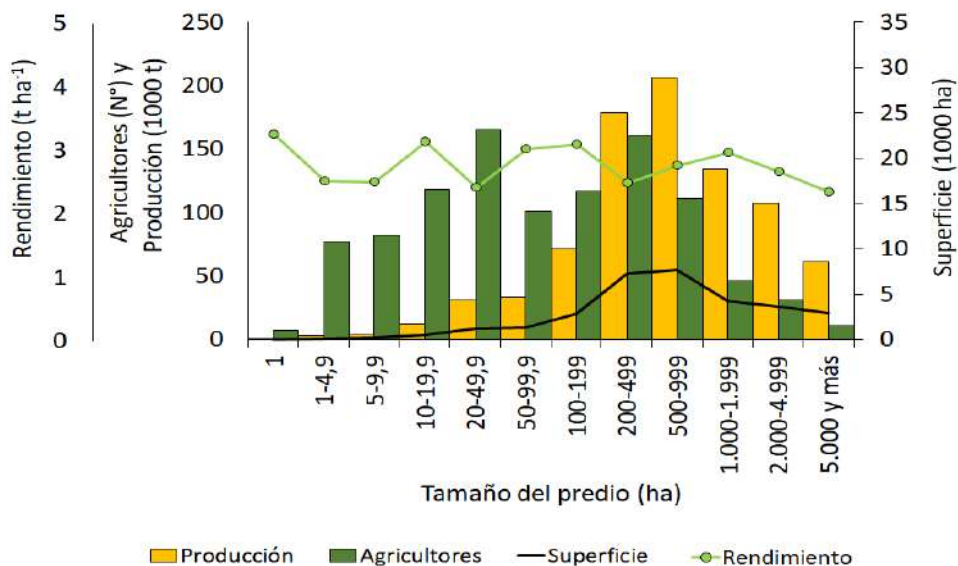
En la temporada 1941-1942, la superficie sembrada de arroz alcanzó a 15.425 ha, e incluía 195 propiedades en esa actividad, donde la producción estaba concentrada, principalmente, en la mediana propiedad (Astorga, 1944). Es así como el 60 % de las siembras lo realizaban 126 agricultores en superficies que fluctuaban entre 20 y 200 ha, el 16 % lo sembraban ocho agricultores en superficies entre 200 y 500 ha, y el 11,6 % lo sembraban seis agricultores en superficies de más de 500 ha (Figura 9). Los productores arroceros se dividían en propietarios y arrendatarios, donde el 25 % de la producción arrocera se obtenía de los suelos arrendados (Hartard, 1951; Torrealba, 1956).



Fuente: Astorga, 1944.

Figura 9. Superficie (1.000 ha), siembra (%), propiedades (N°) por tamaño de la superficie (ha), en la temporada 1941 y 1942.

El censo Agropecuario del año 1955 nos permite tener un mayor detalle de la distribución de la superficie sembrada con arroz. El total de agricultores que sembraron las 31.833 ha de arroz fue de 1.027. De ese total de agricultores, 11 sembraron en predios de superficie mayor a 5.000 ha, 77 agricultores en predios de entre 1.000 y 5.000 ha; 389 en predios de entre 100 y 500 ha; 218 agricultores sembraron en campos de entre 50 y 100 ha, y un reducido número lo hizo en predios con superficies menores a 50 ha (Figura 10).



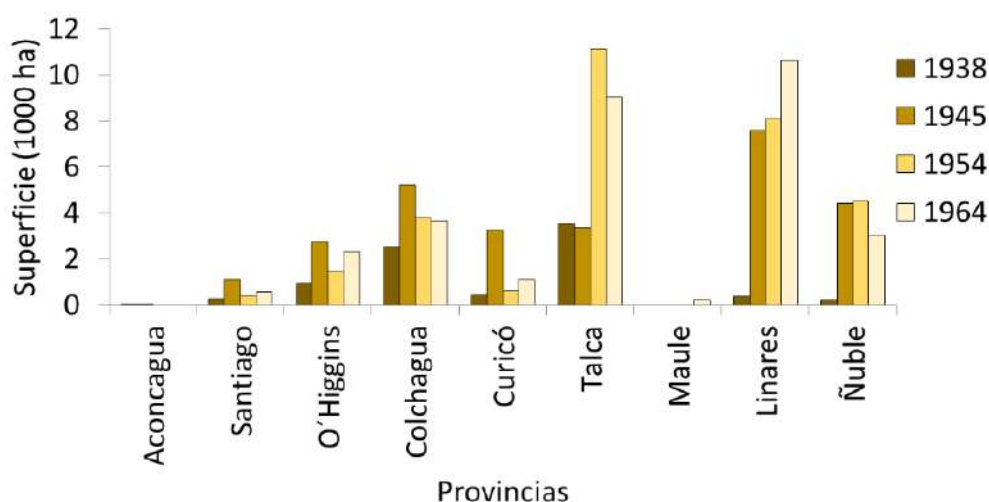
Fuente: Servicio Nacional de Estadísticas y Censos, 1955.

Figura 10. Agricultores (N°), superficie (1.000 ha), producción (1000 t) y rendimiento (t ha⁻¹), por tamaño del predio (ha).

Zonas de cultivo

El área productora de arroz estaba concentrada, principalmente, en la zona central del país, entre las provincias de Santiago y Ñuble (Figura 11). La comparación con la información de la temporada 1938-1939 señala que la superficie de siembra se fue extendiendo y ocupando lentamente los suelos más arcillosos ubicados hacia el sur de Santiago, que no eran aprovechados por el cultivo de chacras u otros cereales (Hartard, 1954). De esta manera, en el año 1945 se lograron importantes superficies de siembra en las provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Pero desde 1954, Santiago empezó a perder importancia, lo que ya en 1964 permitió una mayor concentración de la superficie sembrada de arroz desde la provincia de O'Higgins al sur (Figura 9). La zona norte, que acogió a los primeros campos de experimentación del cultivo de arroz en la década de 1920, presentó problemas de disponibilidad de agua y desarrolló nuevas oportunidades para la producción de cultivos más rentables, por lo dejó de sembrar arroz. Por el sur, la comuna de San Carlos, perteneciente a la provincia de Ñuble, se constituyó como el límite sur del cultivo en el país.

En general, a medida que el cultivo se desplazaba hacia el sur, enfrentaba con mayor intensidad los problemas climáticos, donde las bajas temperaturas afectaban negativamente la germinación y el desarrollo de la planta de arroz (Villalobos, 1941; Torrealba, 1956), y las lluvias tempranas ocasionaban fuertes pérdidas en la cosecha, además de favorecer la presencia de un mayor contenido de humedad en el grano y un bajo rendimiento industrial (Elgueta, 1955).



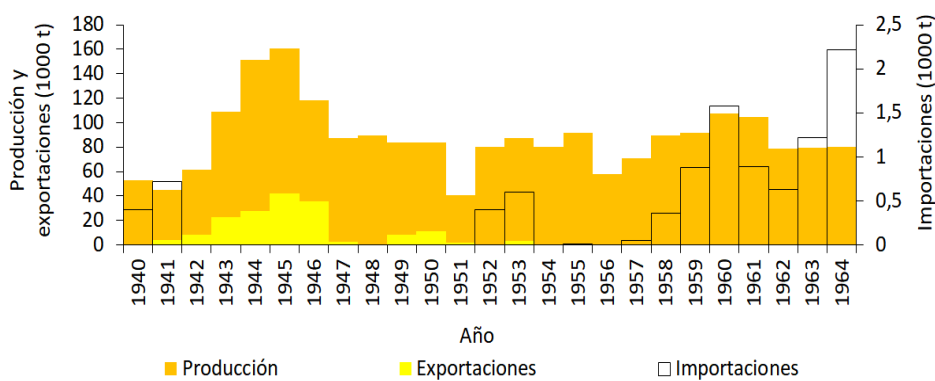
Fuente: Torrealba, 1956.

Figura 11. Superficie (1.000 ha) sembrada de arroz en el país, en los años 1938, 1945, 1954 y 1964.

Comercio exterior

El desarrollo del cultivo del arroz permitió, en el corto plazo, obtener una producción lo suficientemente grande como para abastecer la demanda nacional y poder exportar el excedente de la producción nacional (Hartard, 1948; Anónimo, 1952). La producción fue aumentando durante el período de guerra, llegando al nivel máximo de exportación en el año 1945, por lo que el arroz se convirtió en el principal producto exportable del país (Anónimo, 1952). En ese período, Chile llegó a ser el segundo exportador de arroz en Sudamérica. Sin embargo, esta situación duró sólo algunos años, debido a problemas de baja productividad y regulación de los precios (Hartard, 1943), por lo que las altas exportaciones realizadas en los años de la guerra

y los inmediatamente posteriores, pasaron a ser datos excepcionales (Hartard, 1951; Anónimo, 1952; Torrealba, 1956). Es así como 1947 fue un año de baja producción nacional, sólo lográndose satisfacer las necesidades del país, cuyo consumo había aumentado, razón por la cual el Gobierno prohibió la exportación del arroz. En el año 1949 se volvió a retomar la exportación del arroz, con excepción del año 1952, debido a la baja producción obtenida. Durante ese período, los principales mercados internacionales para el arroz nacional fueron Cuba, Perú, Bolivia, Alemania, Francia, Bélgica, Gran Bretaña y Checoslovaquia, entre otros (Anónimo, 1952). Durante el período 1940 a 1957, Chile importó arroz en algunos años específicos para suplir la demanda nacional, pero a partir de 1958 empezó a importar cantidades más importantes de arroz (Figura 12). Los principales abastecedores de arroz elaborado fueron Italia, U.S.A., Alemania, Ecuador, Brasil, Egipto, India, China y Uruguay. El arroz paddy ('pelay') importado era utilizado como semilla para la siembra nacional, siendo su origen, principalmente, U.S.A. (Villalobos, 1941). El consumo de arroz, desde 1940 a 1947, aumentó en forma importante, pasando de 6,8 kg a prácticamente 18 kg per cápita (Olate, 1950; Torrealba, 1956).



Fuente: Ministerio de Agricultura. 1970.

Figura 12. Producción nacional (1.000 t), importaciones (1.000 t) y exportaciones (1.000 t), entre los años 1940 y 1964.

Programa de investigación en arroz

En 1941 se establece la Estación Genética de Ñuble, en el sector de Ninquihue, cerca de la ciudad de Chillán (Astorga, 1944; Uribe, 1955), a cargo del Sr. Ricardo Hepp y una segunda Estación Experimental en Paine, cerca de Santiago (Alvarado y Hernaíz, 2014). Los principales estudios en estas Estaciones Experimentales se focalizaron en el mejoramiento genético para desarrollar nuevas variedades y en el uso de prácticas agronómicas tales como épocas de siembra, fertilización, dosis de semilla, manejo de agua, rotaciones, entre otras.

En el año 1944 se hace cargo de la Estación Genética de Ñuble el Ingeniero Agrónomo Sr. Guillermo Sims, quién continuó con el trabajo de selección de plantas iniciado anteriormente (Alvarado y Hernaíz, 2014). A partir de ese año se plantearon: a) nuevos criterios para el mejoramiento genético de evaluación y selección de germoplasma: introducir germoplasma de zonas que tuvieran una latitud y altitud similar a la del país, acompañado de estudios climáticos; introducir variedades de grano largo y grueso, debido a la tendencia mundial del consumo de ese tipo de grano, a pesar que el arroz producido en el país poseía un grano pequeño y redondo; b) tener una institución de investigación responsable de la evaluación y selección de las variedades introducidas, para evitar que este proceso lo realizaran los agricultores en superficies comerciales; c) promover la utilización de semilla proveniente de zonas con baja presencia de arroz rojo y; d)

evitar el ingreso de enfermedades que no estuvieran presentes en el país (Theune, 1941; Astorga, 1944; Sotomayor, 1954).

Posteriormente, en 1951, algunos particulares empezaron a incursionar en la evaluación de variedades. Por ejemplo, la Sociedad de Arroceros de Colchagua (SACOL), en la provincia de Colchagua (Villalobos, 1941), y en 1953 la Estación Experimental Huencuecho, ubicada en los alrededores de la ciudad de Talca (Uribe, 1955; Orrego, 2017). Por otro lado, las universidades también se interesaron en el desarrollo del cultivo. Es así como la Universidad de Chile y Universidad Católica realizaron diferentes estudios agronómicos y prospectivos de la situación del cultivo del arroz en el país, a través de memorias de título de estudiantes de agronomía, y la Universidad de Concepción se vio involucrada fuertemente en el desarrollo del Plan Chillán, dirigido por el Ministerio de Agricultura.

En 1953, el Plan Chillán, a través de su Programa de Extensión, empezó a apoyar el desarrollo del cultivo del arroz. En efecto, ese año se inició una campaña tendiente a organizar a los agricultores para mejorar las condiciones agronómicas del cultivo, especialmente relacionadas con el control de malezas y el uso de herbicidas. Por otro lado, para reducir el contenido de humedad del grano al momento de la cosecha y mejorar su calidad industrial, se instaló el primer equipo secador de grano de arroz en la ciudad de San Carlos (Elgueta, 1955).

Debido al éxito de estas acciones, al año siguiente se formó un Comité de Agricultores Arroceros para: 1) instalar un mayor número de secadores de arroz; 2) hacer un mejor uso de la maquinaria disponible y; 3) realizar experiencias tendientes a mejorar el nivel técnico del cultivo. En la temporada 1954 y 1955 se aplicó herbicida a 350 ha de arroz y el secador de grano alcanzó a secar 1.350 t (Elgueta, 1955). Estos buenos resultados alcanzados con el Plan Chillán, permitieron que el 10 de junio de 1954 se estableciera la Cooperativa de Productores de Arroz que fijaron los siguientes objetivos: 1) instalar una secadora y bodegas de arroz en la ciudad de San Carlos; 2) vender la producción de arroz de los cooperados; 3) mejorar la producción y comprar maquinaria para apoyar a los cooperados; 4) contratar préstamos para dar anticipos a los productores pagaderos a cosecha; y 5) adquirir un molino con apoyo del Banco del Estado (Elgueta, 1955).

La variedad más usada en los principios de esta época era la `semilla nacional`. A fines de esa década, la variedad `Lonquén` fue introducida al país por el Sr. Aníbal Berríos. Esa variedad fue fruto de un proceso de selección comenzado en 1934 por el Sr. Luis Rubio, y cuyo objetivo era reducir el porcentaje de desgrane y el arroz rojo (Villalobos, 1941).

Las variedades sembradas durante ese periodo emitían la panoja entre el 20 y 23 de enero, con su excursión 6 a 7 d después de su emisión, lo que sucedía alrededor del 30 de enero. Florecían entre el 27 y el 30 de enero, proceso que tenía una duración aproximada de 13 d. El término del llenado del grano ocurría alrededor del 13 de marzo (Sotomayor, 1954).

A partir de 1960, producto del trabajo de la Estación Experimental Centro-Sur del Ministerio de Agricultura, se lanzaron al mercado las primeras variedades de arroz producidas en el país: `Rendifén`, `Precofén`, `Mapufén`, `Gavilla` y `Llanera II`. Estas nuevas variedades fueron producto de la selección individual de plantas desde la `semilla nacional`, lo que hizo posible uniformar el tipo de grano, madurez de la planta y acortar el periodo de siembra a cosecha. Así se pudo escapar del período de lluvias, y mejorar la sanidad y la calidad del grano cosechado para la industria (Sims, 1983).

El proceso de desarrollo de nuevas variedades continuó. En el año 1964 se lanzó al mercado la variedad `Oro`, producto del trabajo conjunto de la Estación Experimental Huencuecho y de la Estación Experimental Centro-Sur del Ministerio de Agricultura (Alvarado y Hernaiz, 2014). La variedad `Oro` empezó rápidamente a reemplazar a las primeras variedades desarrolladas en el país hasta fines de los años 1970, donde empezó a competir con la nueva generación de variedades largo ancho producidas por el INIA. A partir de esa fecha, la variedad `Oro` empezó a perder el protagonismo alcanzado.

En ese período, el uso de fertilizantes en el cultivo del arroz era bastante reducido. Los más empleados eran el salitre sódico o potásico, el guano rojo y la cal (Villalobos, 1941). Para incentivar el uso de fertilizantes, se empezaron a realizar siembras demostrativas en diferentes localidades (Lo Valdivia, Río Claro, Maule, Yervas Buenas, Villa Alegre, y Linares) y demostrar el efecto benéfico de diferentes estrategias de aplicaciones de fertilizantes (Villalobos, 1941; Sotomayor, 1954; Valenzuela, 1956). Por otro lado, se empezaron a realizar las primeras experiencias del uso de herbicidas, como el MCPA (Sotomayor, 1954; Elgeta, 1955).

Durante las décadas de 1940 y 1950, las recomendaciones técnicas para el cultivo se podrían resumir en los siguientes puntos:

La preparación de suelo se recomendaba comenzar con el barbecho 'costino' o 'de rulo' que consistía en preparar el suelo en verano, y que continuaba con rastrajes en primavera, para dejar el suelo listo para la siembra (Sotomayor, 1954; Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile, 1955; Anónimo, 1959). La construcción de los pretiles se podía realizar en forma manual o con máquinas, siguiendo las curvas de nivel con una diferencia de cota de 8 a 12 cm. Tenían entre 40 a 50 cm de altura y 70 a 80 cm de ancho en la base inferior y de 25 cm en la parte superior, para permitir el tráfico de las personas y mantener una altura de agua constante que podía variar entre 20 a 25 cm (Villalobos, 1941).

A principios de la década de 1940 el método preferido de siembra era el almácigo y trasplante, el que fue perdiendo su importancia, hasta llegar sólo a un 10 a 12 % de la superficie sembrada a principios de la década de 1950 (Villalobos, 1941).

En el sistema de trasplante se utilizaban plantas de 25 cm, aproximadamente, las que se trasplantaban a una distancia de 20 a 40 cm, la segunda quincena de noviembre, para evitar el período de lluvias a la cosecha. Una vez terminada esta labor, se subía levemente el nivel del agua para favorecer el enraizamiento y el crecimiento de las plántulas (Garcés, 1945). El sistema de trasplante tenía varias ventajas sobre el método al voleo: 1) menor uso de semillas (40 kg ha^{-1}); 2) mayor tiempo disponible para efectuar la preparación de suelo; 3) menor presencia de malezas y lamas; 4) mayor resistencia de la planta a la tendedura; y 5) mayor rendimiento. Las principales desventajas eran su mayor costo, mano de obra escasa y cara, competencia con otros cultivos y trabajo lento, ya que un trabajador demoraba entre 15 a 20 d en trasplantar una cuadra (1,5 ha) (Villalobos, 1941; Garcés, 1945).

A finales de la década de 1950, el sistema de siembra más utilizado era la 'siembra directa de asiento' o 'al voleo'. Este sistema permitía utilizar tres alternativas: siembra al voleo sobre terreno húmedo; sobre barro claro; o suelo inundado. Dentro de estas alternativas, la siembra directa era la más usada (Villalobos, 1941). En este sistema se recomendaba dar un riego abundante y pasar una rastra especial para formar un barro espeso (Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile, 1955) y la siembra se realizaba durante octubre y noviembre (Villalobos, 1941; Sotomayor, 1954; Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile, 1955). La dosis de semilla utilizada era variable, se comenzó a sembrar utilizando 40 a 50 kg ha^{-1} , hasta llegar entre 100 y 180 kg ha^{-1} (Villalobos, 1941; Sotomayor, 1954). Previo a la siembra, se debía remojar la semilla en la noche anterior, para facilitar la germinación y aumento de peso, lo que favorecía su adherencia al suelo (Villalobos, 1941; Sotomayor, 1954).

La variedad más usada era la 'semilla nacional' (Villalobos, 1941; Theune, 1941) y algunas variedades introducidas al país. La aplicación de fertilizantes no era una práctica generalizada, a pesar que los suelos tenían un bajo contenido de nutrientes y materia orgánica, debido al uso continuo del suelo y a la ausencia de rotaciones. A principios de 1940, se recomendaba aplicar salitre sódico o potásico, en dosis de alrededor de 45 kg N ha^{-1} , como salitre sódico, 600 kg de guano rojo ha^{-1} y 1.200 kg de cal ha^{-1} (Villalobos, 1941). Posteriormente, a principios de 1950, se comienza a recomendar la aplicación parcializada de nitrógeno, a la siembra, y a

la macolla-emisión de la panoja aplicadas al voleo, retirando previamente el agua del suelo y manteniendo el suelo sin agua por dos o tres d. Como los suelos eran deficientes en fósforo, la dosis recomendada variaba entre 200 y 300 kg ha⁻¹, utilizando como fuente de fósforo al Fosfato Pelicano. Ese fertilizante se debía incorporar al suelo previo a la siembra, antes de la última labor de preparación del suelo. En casos de deficiencia de potasio, se recomendaba aplicar cloruro de potasio, sulfato de potasio o cenizas. Si el pH del suelo era bajo, se recomendaba aplicar cal (Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile, 1955).

Durante el riego, se debía mantener un caudal y una velocidad reducida de la entrada del agua a los cuadros, para que ésta adquiriera una mayor temperatura, o bien pasar el agua por poteros calentadores, debido a que el agua fría producía daños en la emergencia de las plantas y alargaba el período vegetativo, por lo que atrasaba la cosecha y aumentaba la producción de granos verdes. El riego se realizaba utilizando el sistema inter-comunicante, es decir, el agua de la acequia principal ingresaba a los cuadros superiores directamente, cubriendo los cuadros con una lámina de agua de 5 cm, para hacerla pasar a las bocas de los cuadros siguientes. Cuando las plántulas tenían la segunda hoja, se aumentaba la altura del agua, hasta alcanzar 18 a 20 cm, siempre que la temperatura fuera la adecuada. El riego se mantenía hasta el momento en que el arroz empezaba a macollar, período en el cual se quitaba por espacio de 5 d, para realizar el control de malezas, fortalecer el desarrollo del sistema radicular de la planta y realizar la segunda aplicación de nitrógeno. Pasado ese período, se subía el nivel del agua a una altura de 20 a 25 cm. Cuando un 80 % del arroz estaba maduro, se cortaba el agua. El gasto de agua en el cultivo variaba entre 1 y 3 L seg⁻¹ ha⁻¹ (Villalobos, 1941).

El control de malezas se realizaba normalmente a mano, por cuadrillas de obreros, que entraban a los cuadros arrancando todas las plantas extrañas y depositándolas en los pretilos o sacándolas fuera del campo. El número de controles de malezas era variable y dependía del grado de infestación del cultivo (Garcés, 1945; Sotomayor, 1954). Las principales malezas eran el hualcacho, el arroz rojo, la chépica, la 'placa', maleza que se desarrolla en las entradas de agua y posteriormente invadía el cultivo. Otras malezas de menor importancia eran la hualtata, totora y estoquillo, además de otros problemas como la lama y los pájaros (Garcés, 1945; Rodríguez, 1951). El control del hualcacho se realizaba cortando la planta para evitar su fructificación y el de la lama, mediante 'secas', por tres a cuatro d, para permitir que el sol seque a la lama y no dañe el cultivo (Garcés, 1945). Los resultados de la aplicación de herbicidas indicaban que ésta había sido errática, ya que en algunos casos había controlado la hualtata y en otros casos se había presentado un daño a la planta de arroz (Rodríguez, 1951).

Un criterio para iniciar la cosecha del arroz era la inclinación de la panoja sobre su raquis, por el efecto de su peso. La cosecha se podía realizar a mano o máquina, siendo la cosecha a mano la más común. Otro índice para iniciar la cosecha era que los granos de la parte superior de la panoja tuvieran una consistencia pastosa. En ese momento, los granos de la parte superior de la panoja estarían completamente desarrollados, maduros, exentos de puntos yesosos y opacos, y tendrían una buena calidad industrial. En ese estado de desarrollo, el grano podía tener entre 23 y 28 % de humedad, la que se reducirá posterior a la cosecha (Villalobos, 1941). Se consideraba como grano verde aquel que tuviera más de 30 % de humedad, y maduro aquel que tuviera entre 16 y 20 %. El porcentaje de humedad recomendado para iniciar la cosecha podía variar entre un 23 y un 28 % (Villalobos, 1941). Como norma general, se empezaba a 'segar o cortar' las plantas de arroz, cuando los dos tercios del grano estaban secos y la paja había perdido su color verde. La siega se efectuaba cortando las plantas a 15 cm del suelo, con la hoz formando gavillas cada cuadra más o menos, con un diámetro de 50 a 60 cm, las que se amarraban con los mismos tallos o con totora y se dejaban al borde del pretil, para favorecer un rápido secado y posteriormente llevarlas en carreta al lugar de la trilla (Villalobos, 1941). Cuando el suelo no estaba seco, se usaban 'carrunchos' o carretas sin ruedas arrastradas por caballos hasta las carretas que llevan las gavillas a la era o lugar de la trilla (Villalobos, 1941; Garcés, 1945).

El sistema más común de trilla era mecanizado, donde se utilizaban las trilladoras estacionarias del trigo, con algunas modificaciones. Se recomendaba trillar el grano lo antes posible (dos d), después de cortado para evitar la lluvia posterior a la cosecha y la pérdida de la calidad del grano, considerando que los molinos requerían hasta un 16 % de humedad (Villalobos, 1941).

Durante ese período se planteaba también la necesidad de incorporar algunas innovaciones al cultivo del arroz, con el fin de mejorar su productividad, por ejemplo, el uso de la automotriz provista de orugas que había dado excelentes resultados en Brasil y Argentina (Corporación de Ventas de Yodo y Salitre de Chile, 1955), aunque ya se había realizado alguna experiencia en la provincia de Santiago (Gomien, 1951). También se evaluaba un nuevo tratamiento de elaboración del arroz bajo presión, conocido como 'malekinazo', que retenía un alto porcentaje de aminoácidos, 65 % de tiamina, 85 % de niacina y 90 % de ácido pantoténico (Bangert, 1953). Asimismo, se evaluaba la incorporación de praderas en el sistema de producción de arroz, por ejemplo, la siembra de trébol encarnado para mejorar la producción de forraje que se obtienen normalmente de los rastrojos de arroz (Williams, 1957) y el uso de la siembra por avión (Anríquez y Zepada, 1962).

Industria arrocera

En Chile, la primera industria molinera inició sus actividades en el año 1936, cuando la producción promedio anual de arroz alcanzaba 3.500 t (Astorga, 1944; Olate, 1950). Sin embargo, cinco años más tarde, en 1941 (Cuadro 3), ya funcionaban 13 industrias arroceras (Astorga, 1944). Para el año 1950 había 16 industrias registradas desde la provincia de Santiago a Ñuble (Olate, 1950; Torrealba, 1956) y hacia finales de 1960 la industria arrocera nacional tenía una capacidad instalada para procesar 200.000 toneladas (Sims, 1969).

Cuadro 3. Propietario, nombre de la industria y ubicación de las 13 primeras industrias arroceras instaladas en el país al año 1941.

Propietario	Nombre de la industria	Localidad
Rubio Santendor y Cia. Ltda.	Molino de arroz	Quillota
Piazza y Bertucci Ltda.	Molino Arrocera Jotabé	Valparaíso
Magnaal y Boccatagliata Ltda.	Molino de Arroz EGA	Santiago
Williamson B.	Compañía Molinera San Cristóbal	Santiago
Del Favero y Uriarte.	Molino de Arroz Requena	Santiago
Orsini y Cía.	Molino de Arroz	Santiago
Comunidad Correa Montt	Molino de Arroz	Lo Espejo
Sociedad Arrocera de Colchagua	Molino de Arroz Socol	Colchagua
Ginester, Roca y Cía.	Molino de arroz Serrija	San Fernando
Arrigorriaga Hermanos	Molino de Arroz Volcán	Curicó
Juan Bertucci e hijos	Molino de Arroz Jotabé	Talca
A. Errazuría de Sánchez	Molino de Arroz	Palmilla, Linares
Raúl Simón	Molino de Arroz	San Carlos

Fuente: Astorga, 1944.

Otras industrias pioneras en el procesamiento de arroz fueron: Tresmontes, que en 1930 comenzó a trabajar en arroz y otros productos, tales como vino y aceite. En 1944, la empresa Tresmontes se divide en tres sociedades, donde 'Ibáñez y compañía' se queda con la distribución del arroz, el vino y el aceite (Empresa Carozzi, 2020); el Molino de Arroz Miraflores, ubicado en Lo Espejo, Santiago, construido en el año 1941, que se transformó en la Compañía Arrocería Miraflores S.A. en 1948 y, posteriormente, en Compañía Arrocería e Industrial Miraflores. Luego, esta empresa instaló un molino en Talca, el que fue comprado por la Compañía Molinera San Cristóbal, la que después de algunos años pasó a ser propiedad de la empresa Carozzi (Alvarado y Hernaíz, 2014); Empresa Tucapel S.A, constituida el 7 de febrero de 1945 y autorizado su funcionamiento mediante el Decreto Supremo 1724 del 19 de marzo de 1945 (Tucapel, 1963); y Arrocería Zaror, fundada en 1947 en la ciudad de Molina, que en 1948 se trasladó a Talca (Alvarado y Hernaíz, 2014).

En aquella época, el arroz se transportaba desde los campos hacia los molinos por medio de camiones y desde el molino a los puntos de consumo y puertos de embarque principalmente por ferrocarril (Torrealba, 1956). Parte de los recursos económicos que los agricultores utilizan para financiar las labores del cultivo del arroz eran proporcionados por la industria, a través de crédito directo y/o semillas (Olate, 1950).

La industria arrocería se caracterizaba por estar ubicada cerca de estaciones de ferrocarriles, para contar con desvíos propios de los trenes hacia sus plantas, lo que le significaba un ahorro en fletes y ventajas en la elaboración del producto. Además, poseían maquinaria de procedencia inglesa, alemana o brasileña; tenían una alta capacidad instalada en relación al producto elaborado (la producción de arroz con cáscara era insuficiente para usar la totalidad de la capacidad de la industria); las faenas de trabajo se iniciaban en marzo y finalizaban en noviembre y durante los meses de diciembre a febrero, el personal operario se destinaba a limpiar y reparar la maquinarias y los edificios; el proceso industrial presentaba deficiencias en la elaboración del arroz, debido a la mala calidad del producto que cosechaban los agricultores, granos poco uniformes y un alto contenido de humedad, lo que significaba pérdidas por granos partidos y verdes (Torrealba, 1956).

Elaboración del arroz

Los productos y subproductos obtenidos en la elaboración del arroz estaban íntimamente relacionados con la variedad de arroz, condiciones de conservación de grano paddy, estado de madurez y humedad de grano en el momento de cosecha, maquinaria y manejo del arroz durante almacenaje y su elaboración. Por tal motivo, todos los molinos arroceros tenían un rendimiento diferente. Por lo general, las variedades de granos delgados obtenían un menor rendimiento comparado con las variedades de granos más gruesos (Villalobos, 1941).

En el país, no existía una reglamentación oficial para la comercialización del arroz, ni métodos oficiales de análisis (Astorga, 1944). Sin embargo, la industria realizaba algunos análisis para evaluar la calidad del grano entregado por los agricultores. Este análisis incluía los siguientes componentes: humedad del grano (16 %), impurezas, granos rojos, verdes, fallos y rendimiento comercial, granos enteros y partidos (Villalobos, 1941).

Durante ese período se estimaba que el 'rendimiento comercial' del arroz paddy era de alrededor de 60 a 62 %, que incluía granos enteros y partidos; donde el 40 % era grano entero, 10 % de media grana, 11 % de puntas de primera y 4 % de puntas de segunda. Por otro lado, los principales subproductos eran el afrechillo (11 %), impurezas (2 %) y cáscara (22 %). Los granos enteros y pulidos se conocían con el nombre de 'arroz flor' o 'súper fino' (Villalobos, 1941). Un análisis realizado en la industria EGA en el año 1943, arrojó un 'rendimiento comercial de un 62 %', que incluía un 37 % de grano entero, un 19 % de medianas y un 6 % de puntas. Entre los

subproductos se contabilizaron cuatro categorías de granza y dos de hualcacho, impurezas y cáscara (Villalobos, 1941).

Las posibles causas del bajo rendimiento industrial (37 a 40 % de grano entero) se podían asociar al: a) uso de variedades que genéticamente poseían un bajo rendimiento industrial, como era el caso de la llamada 'semilla nacional' que era una mezcla de variedades; b) alto contenido de humedad del grano a cosecha; c) tratamiento inadecuado del arroz durante la cosecha. El segado y engavillado permanecía en el campo por varios días; d) sistemas de almacenaje poscosecha ineficientes; e) problemas en el proceso de elaboración por la mala calidad del producto recibido; f) falta de valorización económica y comercial del concepto de calidad del grano, por parte de los consumidores y la industria, debido a la ausencia de normas oficiales de calidad del producto comercializado (Brevis, 1963).

A pesar de esta situación, en la década ocurrieron dos hechos muy significativos en el desarrollo del arroz en el país, como fueron el desarrollo y la liberación de nuevas variedades al mercado y el inicio de estudios tendiente a definir conceptos de calidad, condiciones adecuadas de cosecha y almacenaje del grano, y un sistema de posibles bonificaciones y castigos por cumplimiento o no, de ciertos parámetros de calidad (Brevis, 1963), todo lo cual dio origen, posteriormente, a la Norma Chilena de Calidad del arroz.

Comercialización del arroz

El comercio del arroz estaba regulado por el Estado, donde el precio y las normas de comercialización eran establecidas por diferentes instituciones. Es así como, el Instituto de Economía Agrícola informaba, con cierta anterioridad a la cosecha, los precios del arroz a nivel de agricultor, previo al estudio de los costos de producción realizado por la misma institución. Posteriormente, el Ministerio de Economía y Comercio fijaba los precios de los productos a nivel general, y el Comisariato General de Subsistencias fijaba y controlaba los precios del producto a nivel del comercio detallista y venta al público (Olate, 1950). La demanda del público se dividía en un 15 % de arroz extra, 45 % de arroz superior y 40 % de arroz de primera. La producción nacional en el país era, aproximadamente, de 25.000 t de arroz elaborado, la cual se obtenía de una cosecha de 40.000 t de arroz paddy (Villalobos, 1941).

Los representantes de la industria molinera de arroz estaban organizados en una corporación con personería jurídica denominada 'Asociación de Molineros de Arroz'. Los miembros de esta corporación podían ser personas naturales o jurídicas, propietarias o arrendatarias de molinos que se hayan inscrito en el acta de constitución de la Asociación, o que posteriormente se hayan adherido a ella (Torrealba, 1956), debiendo ser aceptadas por el Directorio (Olate, 1950).

Finalmente, los agricultores estaban organizados en varias asociaciones de productores de arroz, por ejemplo, en la provincia de Colchagua como la Sociedad de Arroceros de Colchagua (SACOL); en Talca, la Asociación de Productores de Arroz de Talca; y en San Carlos, el Comité de Agricultores Arroceros y la Cooperativa de Productores de Arroz de San Carlos, entre otras (Elgueta, 1955; Olate, 1959). Uno de los objetivos principales de estas organizaciones era incidir, principalmente, en la fijación de precios del arroz (Olate, 1959) y en algunos casos apoyar la adopción de tecnologías (Villalobos, 1941; Elgueta, 1955).

A pesar de los avances obtenidos en el cultivo durante este período, se presentan varios desafíos que se pueden resumir en los siguientes puntos:

Desafíos tecnológicos asociados a la producción del arroz

1. Desarrollo de nuevas variedades: ausencia de variedades adaptadas a factores climáticos adversos, especialmente bajas temperaturas y precoces para evitar el daño por las lluvias a cosecha.

2. Preparación del suelo y siembra: deficiente nivelación y construcción de pretilas, sin curvas de nivel, y presencia de un sistema de siembra de almácigo y trasplante de alto costo y escasa mecanización.
3. Control de malezas: deficiente control de malezas de gramíneas como el hualcacho, (*E. crus-galli*).
4. Manejo del agua: uso de aguas frías que causa pérdida de plantas en los primeros cuarteles, los que se llenan de lama, con pérdida importante de plantas.
5. Cosecha: problemas a cosecha, manejo de gavillas en la era y largo tiempo de secado que influye en la calidad posterior del grano.
6. Escasa mecanización en las labores del cultivo.

Desafíos institucionales y aquellos relacionados con infraestructura y apoyo gubernamental

1. **Investigación:** necesidad de contar con una Estación Experimental Genética Arrocerera para el desarrollo de nuevas variedades, estudios agronómicos, manejo industrial y calidad del grano.
2. **Reglamentación:** ausencia de una reglamentación oficial sobre la comercialización, tipificación y estandarización del arroz en bruto, elaborado y subproductos.
3. **Infraestructura:** falta de seleccionadores de semilla de propiedad de los agricultores o del Estado, venta de semilla a un precio razonable y necesidad de contar con un mayor número de secadores, bodegas, plantas seleccionadoras y mejoramiento del material ferroviario que transporta el arroz.
4. **Apoyo gubernamental:** protección y fomento del Estado para el desarrollo de este cultivo.

Desarrollo institucional y educacional agrícola

En el año 1948, el Departamento de Genética y Fitotecnia del Ministerio de Agricultura dio origen al Departamento de Investigaciones Agrícolas (DIA) que llegó a contar con 19 estaciones experimentales distribuidas desde la ciudad de Vallenar por el norte, hasta la ciudad de Osorno por el sur. En 1953, se crea el Consejo de Fomento e Investigaciones Agrícolas (CONFIN), mediante DFL N°185, al que se traspasaron los campos experimentales. En 1955 se establece la Oficina de Estudios Especiales en el Ministerio de Agricultura, con el apoyo técnico y financiero de la Fundación Rockefeller, que da un mayor impulso a la investigación agrícola y contribuye a la preparación del personal profesional a través de becas para estudios de postgrado en el extranjero. En 1959 se lleva a cabo el proyecto de Estaciones Experimentales que dio origen a la estación experimental central en el fundo La Platina, actual Centro Regional de Investigación INIA La Platina, ubicado en la región Metropolitana; a la Estación Experimental del Sur, actual Centro Regional de Investigación INIA Carrillanca, ubicado en Temuco, región de la Araucanía, y a la Estación Experimental Centro-sur, actual Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu, ubicado en Chillán, región de Ñuble (INIA, 2014). En 1962, la ley N° 15.020 transformó el CONFIN en el Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, cuyo mandato fue establecido por la Ley Orgánica 18.910, modificada por la Ley 19.213 en mayo de 1993, institución encargada de la asistencia técnica y crediticia a los pequeños agricultores (www.indap.cl). En 1964, se creó el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, persona jurídica de derecho privado, con participación del Estado y las Universidades (INIA, 2014).

Universidades

En 1954 se conforma la Facultad de Agronomía y Ganadería de la Universidad de Concepción (www.agronomiaudec.cl).

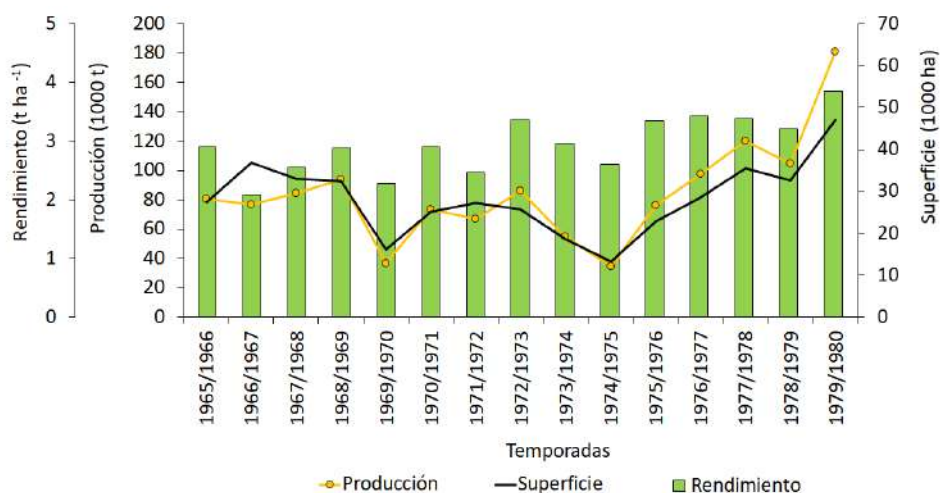
III. Período 1964-2020

Para facilitar el análisis de estos 56 años, el período se subdividió en tres etapas, la primera comprendida entre 1964 y 1979, el segundo período desde el año 1979 al año 1998 y el tercer período desde 1999 al año 2020.

Etapa 1964-1979

Superficie, producción y rendimiento del arroz

Durante esta etapa, la superficie sembrada con arroz fue bastante variable y fluctuó entre 13.170 a 47.070 ha, la producción desde las 34.351 a 181.174 t y el rendimiento desde 2,1 a 3,9 t ha⁻¹ (Figura 13). El rendimiento se mantuvo bajo las 3 t ha⁻¹ entre 1964 y 1974, a partir del cual se observa una leve tendencia a la obtención de mayores rendimientos.

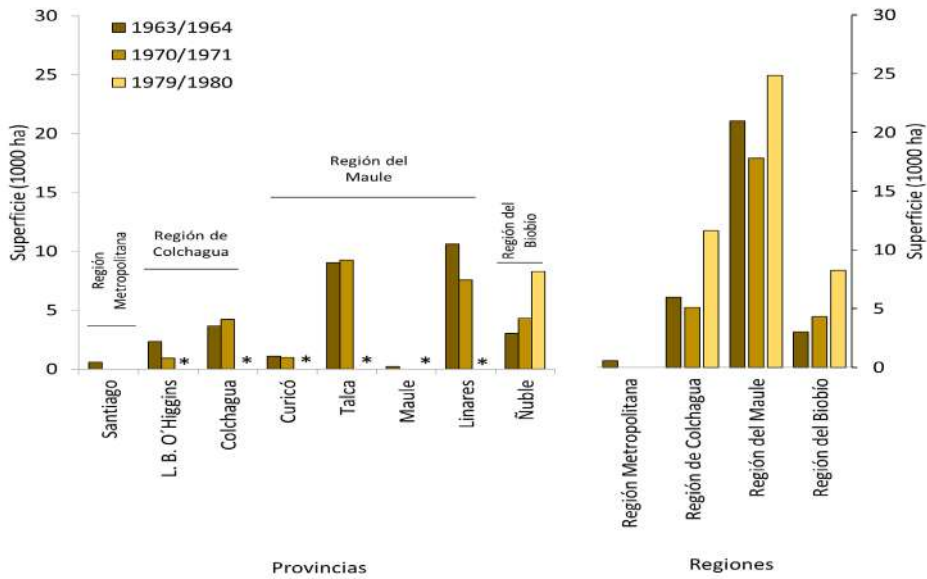


Fuente: INE, ODEPA, 1979; 1980.

Figura 13. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento (t ha⁻¹) de arroz entre los años 1964 y 1979.

Distribución regional y provincial de la superficie, producción y rendimiento de arroz

En la temporada 1963 y 1964, la superficie de siembra del arroz se extendió desde la provincia de Santiago, Región Metropolitana, hasta la provincia de Ñuble (Chillán), Región de Ñuble (ex Biobío), con una mayor concentración en la provincia de Talca, Región del Maule. En este período continuó la tendencia del desplazamiento de la superficie de siembra de arroz hacia el sur, que se había observado desde los inicios del cultivo del arroz. Es así como la superficie de siembra ubicada en Santiago, desapareció a partir de 1970. El límite norte de la producción de arroz se ubicó en la Región de Libertador Bernardo O'Higgins, con una mayor concentración de la superficie sembrada en la región del Maule (Figura 14).

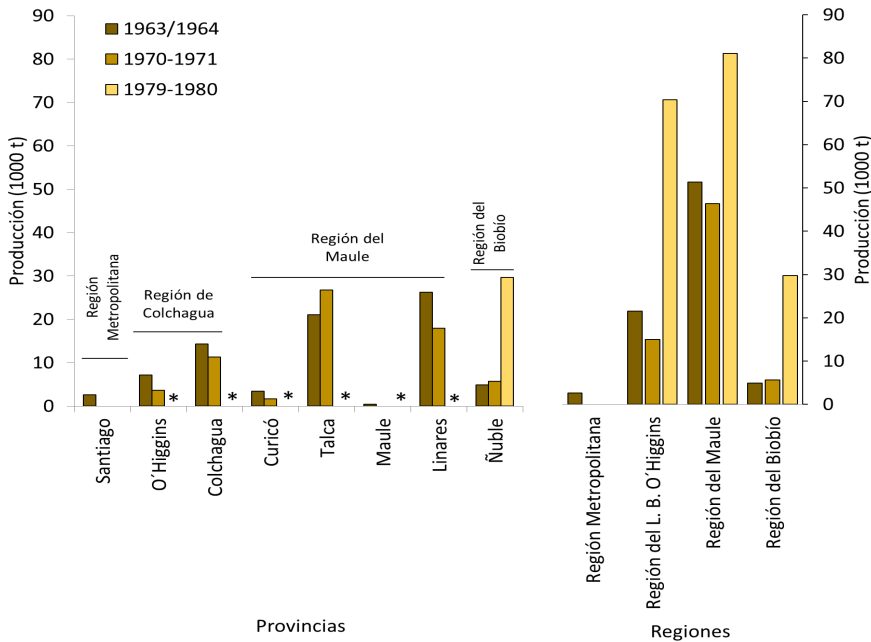


Fuente: ODEPA, 1976; 1988.

*No existe un detalle de la superficie provincial para ese año, comienza la información a nivel regional.

Figura 14. Superficie sembrada (1.000 ha) de arroz por provincias y regiones, en las temporadas 1963-1964, 1970-1971 y 1979-1980.

La producción regional de arroz siguió la misma tendencia de la superficie sembrada, lográndose una mayor producción en la región del Maule, seguida de Colchagua y finalmente Ñuble, obteniendo la máxima producción en la temporada 1979 -1980 de 181.174 t (Figura 15).

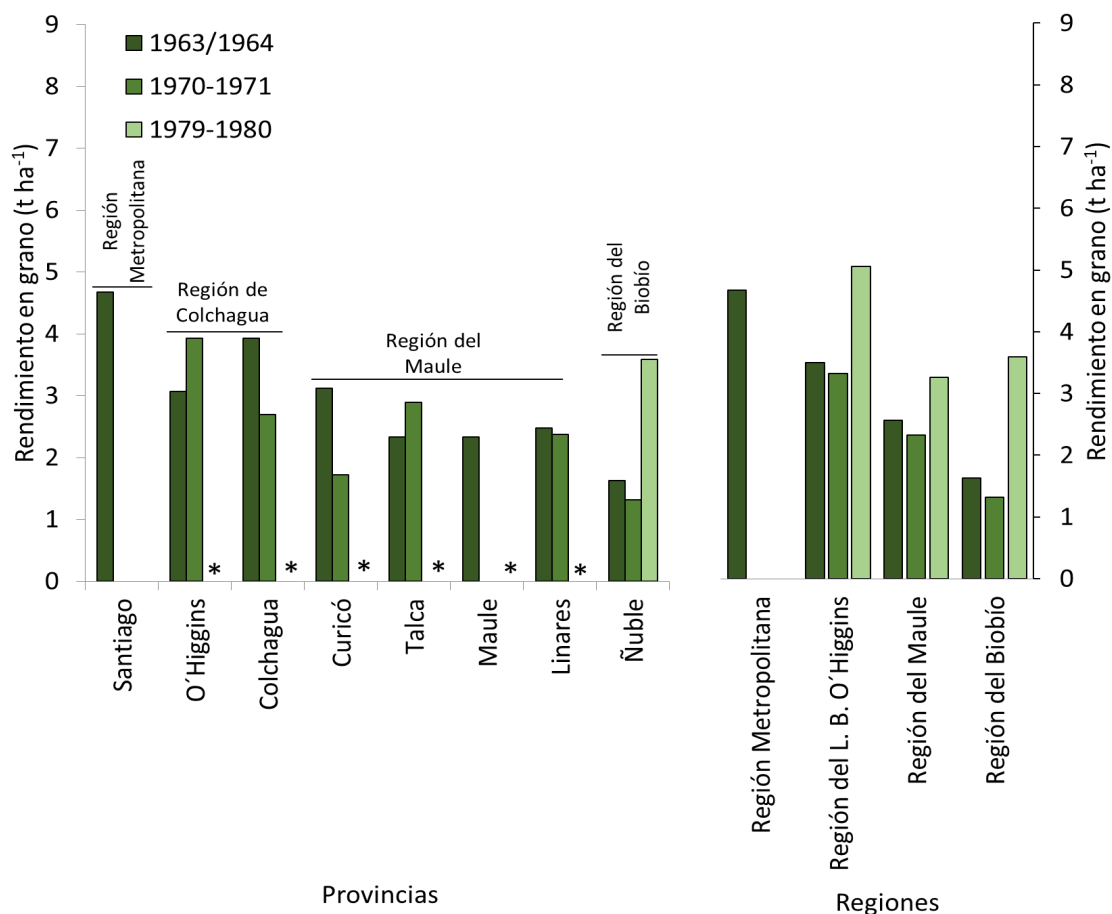


Fuente: ODEPA, 1976; 1988.

*No existe un detalle de la superficie provincial para ese año, comienza la información a nivel regional.

Figura 15. Producción (1.000 t) de arroz por provincias y regiones, en las temporadas 1963-1964, 1970-1971 y 1979-1980.

El rendimiento fue bastante bajo y variable entre las regiones. A pesar de esta situación, el rendimiento promedio nacional aumentó en relación con la última temporada. Si se compara el primer y el último período, es posible advertir que las tres regiones aumentaron su rendimiento, siendo mayor en la región de O'Higgins y en la del Biobío (Figura 16).



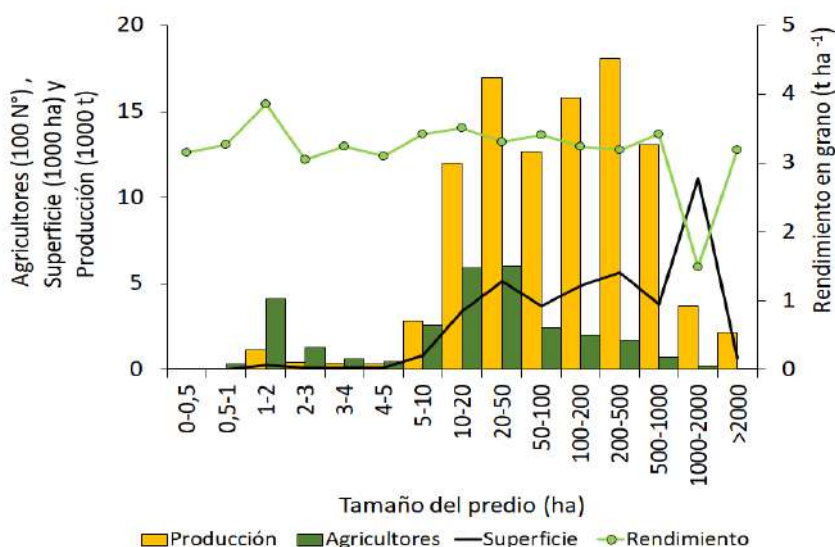
Fuente: ODEPA, 1976; 1988.

*No existe un detalle de la superficie provincial para ese año, comienza la información a nivel regional.

Figura 16. Rendimiento (t ha⁻¹) por provincias y regiones, en las temporadas 1963-1964, 1970-1971 y 1979-1980.

Distribución del número de predios agrícolas con arroz

De acuerdo al Censo del año 1955, existían 2.853 predios agrícolas con arroz, de diferentes tamaños, que se dedicaban a la producción de arroz. El 74,9 % (2.137 predios) eran menores a 50 ha, las que ocupaban una superficie de 10.059 ha, con una producción de 3.424 t y un rendimiento promedio de 3,3 t ha⁻¹ (Figura 15). Por otro lado, un 2,6 % (74 predios) poseían entre 500 y 2.000 ha que representaban una superficie 14.974 ha, una producción de 16.823 t y un rendimiento de sólo 2,4 t ha⁻¹. Finalmente, existía también un 0,3 % (seis predios) con más de 2.000 ha (Figura 17).



Fuente: INE, 1976.

Figura 17. Agricultores (N°), superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento ($t\ ha^{-1}$), por tamaño del predio (ha) en el año 1975.

Para el año 1980, el Plan de Desarrollo Agropecuario estableció como meta un promedio nacional de $4,0\ t\ ha^{-1}$, lo que significaba un aumento de casi un 20 % en relación al año 1970, por lo cual era importante mejorar las condiciones agronómicas del cultivo (Sims y Alvarado, 1972).

Parte de los problemas que enfrentó el cultivo del arroz en ese período fue el clima. En primer lugar, la presencia de bajas temperaturas afectó el desarrollo de la planta en los estados de germinación, floración y madurez; en segundo lugar, la presencia de humedad (rocío) al momento de la cosecha, la arquitectura de la planta (altura, hojas largas y anchas y caña débil) facilitó la tendadura; y en tercer lugar la presencia de lluvias durante el período de madurez de la planta y cosecha dificultaron las labores y redujeron la calidad del grano, aumentando el manchado y la humedad, que en casos extremos pudo significar el rechazo de la compra y/o un menor precio. La siembra temprana era, a veces, la forma de obtener un mayor rendimiento y reducir los riesgos climáticos (Sims y Alvarado, 1972).

Otro factor limitante en la producción del arroz, era la falta de nivelación de los suelos, la que determinaba la confección de una gran cantidad de pretiles, disminuyendo la superficie sembrada, la eficiencia del riego, el control adecuado de malezas y la incorporación de mecanización en el cultivo. Estudios realizados por INIA, estimaron que la pérdida de suelo por la confección de pretiles era de aproximadamente un 8 % de la superficie sembrada, además de una pérdida de fertilidad de la parte superficial del suelo que era removida para realizar el pretil (Sims y Alvarado, 1972). En un comienzo, los pretiles se construían en forma manual, de una altura de 40 a 50 cm, con un ancho de 80 a 100 cm y con cota inferiores a 10 cm, lo que fue evolucionando a la construcción de obras menores y más mecanizadas, utilizando ‘discos terraceros’ (Sims y Alvarado, 1972).

El manejo del agua, era otro factor importante en el cultivo del arroz, donde existía una serie de factores relacionados con la eficiencia del uso del agua, (desnivel de los suelos, exceso de pretiles y la falta de drenajes), que hacía muy complejo el manejo uniforme del agua previo a la siembra. Además de estos factores, era importante tener en consideración los factores que afectaban el manejo del agua en el cultivo, como el sistema de riego, caudales, temperatura del agua, y la entrega del agua a los agricultores.

Estudios realizados en Chillán indicaron que la inundación permanente de las plantas favorecía la obtención de un mayor rendimiento en comparación a una frecuencia de riego de siete y 15 d (Sims y Alvarado, 1972). En relación a la cantidad de agua utilizada durante el cultivo, se puede estimar un valor cercano a los 18.000 m³ ha⁻¹, de los cuales 1.000 a 1.200 m³ ha⁻¹ se utilizaban en el llenado inicial de los cuadros.

La temperatura del agua en el arroz era otro factor importante a tener en consideración por el posible efecto negativo en el desarrollo de la planta. Las mediciones realizadas indicaron que la mayor temperatura del agua se obtenía en diciembre, alrededor de las 18 horas y en la salida del agua, mientras que las temperaturas más bajas se observaban en las mañanas, en la zona de la entrada del agua, y en los meses de octubre y noviembre. Esta información indicó también que los cambios de temperatura del agua estuvieron más asociados a la radiación solar que a la temperatura del aire.

En relación a la disponibilidad del recurso hídrico se observó una mayor abundancia de agua en primavera, la que fue disminuyendo a partir de diciembre, haciéndose crítica en los meses de enero y febrero. Finalmente, la fecha de inicio de la entrega del agua por los ríos y embalses, ocurría alrededor de los primeros días de octubre, situación que impedía, en algunos casos, sembrar temprano (Sims y Alvarado, 1972).

La preparación de suelo era también una labor bastante compleja y se realizaba, principalmente, con animales (caballos). Este trabajo, por lo general, incluía aradura, cruza (aradura cruzada), rastrajes (mecánica o de clavos) y la pasada de un ´rastrón` de madera sobre el agua, para deshacer los terrones (Sims y Alvarado, 1972).

El llenado de los cuadros se realizaba a través de las ´bocas`, las que se construían en forma alternada en el pretil, para permitir la circulación del agua y evitar el crecimiento de algas (´lama`). El llenado de los cuadros también permitía observar la nivelación del suelo. En algunos casos, el emparejamiento del suelo se realizaba con pala o con la confección de un nuevo pretil si era necesario (Sims y Alvarado, 1972).

La siembra del arroz se empezaba a realizar a fines de septiembre y podía terminar en noviembre, dependiendo de las condiciones climáticas, disponibilidad de agua y otros factores. El sistema de siembra más utilizado era el manual y al voleo, aunque todavía existía un pequeño porcentaje de agricultores que utilizaba el almácigo-trasplante. En el sistema de siembra al voleo, la semilla se remojaba en los canales o pozas, para acelerar el proceso de germinación y facilitar una mayor adherencia del grano al suelo debido a su mayor peso. La cantidad de semilla a remojar debía estar de acuerdo con la capacidad de siembra diaria. El transporte de la semilla remojada se realizaba en caballos hacia los sembradores, los que utilizaban las ´mantas sembradoras` para colocar la semilla. La dosis de semilla utilizada era de unos 160 kg ha⁻¹. Las variedades más sembradas en este período eran ´Lonquén Amarillo`, ´Rendifén` y ´Oro`, todas las cuales tenían una mala calidad culinaria (Sims y Alvarado, 1972).

El sistema de almácigo-trasplante se caracterizaba por poseer un mayor costo que el sistema al voleo, pero presentaba algunas ventajas en el control de malezas y en el uso de una menor cantidad de semilla. Se estimaba que 55 kg de semilla podían proveer plantas para una hectárea de siembra, en comparación del uso de 160 kg ha⁻¹ en el sistema tradicional. En este sistema se recomendaba utilizar plantas de siete semanas de desarrollo y plantar tres plantas por golpe y realizar 35 golpes m⁻². El sistema de plantación utilizado no tenía un orden preestablecido, por lo cual se le llamaba ´zumba` (Sims y Alvarado, 1972).

A principios de los años 1960, el uso de fertilizantes en la siembra de arroz era bastante limitado, ya que su efecto positivo en el rendimiento no estaba muy claro para los agricultores. Las razones de esta situación era el uso de suelos con buenos niveles de nutrientes y la presencia de variedades que no respondían a los fertilizantes, muy altas y de abundante desarrollo vegetativo. El desarrollo de nuevas variedades, de menor altura y de menor desarrollo vegetativo, permitió demostrar el efecto

positivo de los fertilizantes, primero nitrogenado, y posteriormente los fosfatados. En el caso del nitrógeno, se empezó a producir un cambio desde los nitratos (salitre) hacia los amoniacales (urea) y la parcialización de la dosis de su aplicación, una dosis a la siembra y otra a la macolla, para lo cual se debía bajar el nivel del agua y volver a llenar los cuadros después de la aplicación (Sims y Alvarado, 1972). Las malezas eran un factor crítico en el cultivo del arroz y los herbicidas más comunes para el control eran el Stam F-34, Ordram 6E y MCPA (Sims y Alvarado, 1972). El cultivo no presentaba problemas sanitarios, salvo la 'lama' y el 'luche', que se podían controlar con sulfato de cobre o bajando el agua del arrozal ('secas'), los patos silvestres y los crustáceos. En relación a las plagas, eventualmente se presentaban langostas, chinches de campo y un lepidóptero (*Protoleucania albilinea*). También se sospechaba de la presencia de nemátodos (Sims y Alvarado, 1972).

En este contexto productivo, la liberación al mercado de la variedad 'Oro', alrededor de 1964, constituyó un hito muy importante, ya que esta variedad poseía un nuevo tipo de planta y presentaba una mayor respuesta a la aplicación de fertilizantes y al control de malezas, lo que permitió incrementar el potencial de rendimiento en comparación a las primeras variedades desarrolladas en la década anterior.

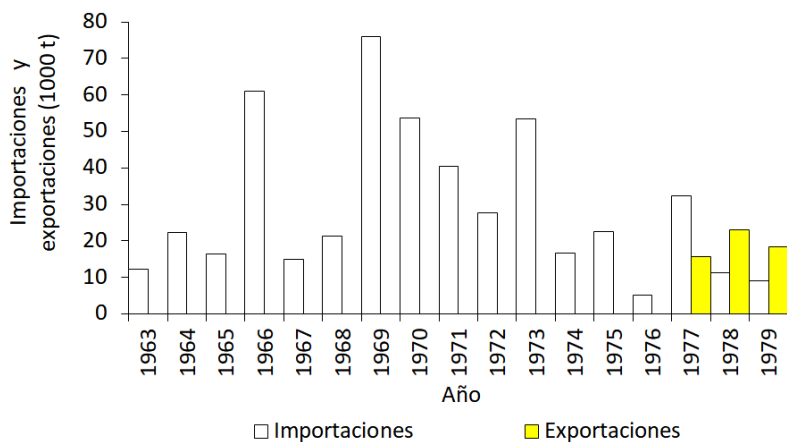
La cosecha se realizaba en forma semi-mecanizada que incluía un corte manual de las plantas (siega) y la trilla con máquina estacionaria. El agua se cortaba cuando el grano tenía entre 22 y 26 % de humedad y los granos basales estaban en estado de masa firme o dura. Sólo en algunas ocasiones se utilizaban automotrices, aunque el suelo debía ser acondicionado para permitir su trabajo (Sims y Alvarado, 1972).

En el proceso de elaboración del arroz se obtenían varios productos y subproductos: cáscara (20 %) y arroz integral (80 %), llamado 'brown rice'. La elaboración del arroz integral rendía en promedio un 10 % de afrecho y harinilla y un 70 % de arroz pulido total. Del arroz pulido total se obtenía un 45-46 % de grano entero; 20 % de grano partido, 2 % de puntas y 3 % de pérdidas en el proceso de elaboración (Sims y Alvarado, 1972).

Comercialización del arroz

Comercio internacional del arroz

Según la información disponible, el país era deficitario en la producción de arroz, por lo cual se debía importar para abastecer las necesidades de la población. Sin embargo, entre los años 1977 a 1979 se logró exportar una cantidad de arroz, debido, posiblemente, a condiciones favorables de precios (Figura 18).

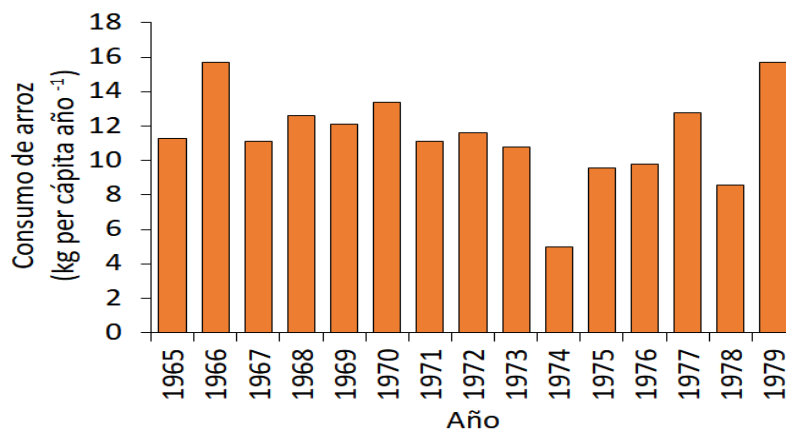


Fuente: Morales, 2002.

Figura 18. Importaciones (1.000 t) y exportaciones (1.000 t) de arroz, entre los años 1963 y 1979.

Consumo aparente

El consumo aparente per cápita de arroz en el país se mantuvo más menos constante entre el año 1965 y 1973, alcanzando entre 10 y 12 kg por persona por año. En el año 1974 se produjo una importante reducción a 5 kg $\text{hab}^{-1} \text{año}^{-1}$, retomando sus niveles históricos posteriormente, con algunas variaciones anuales (Figura 19).



Fuente: Morales, 2002.

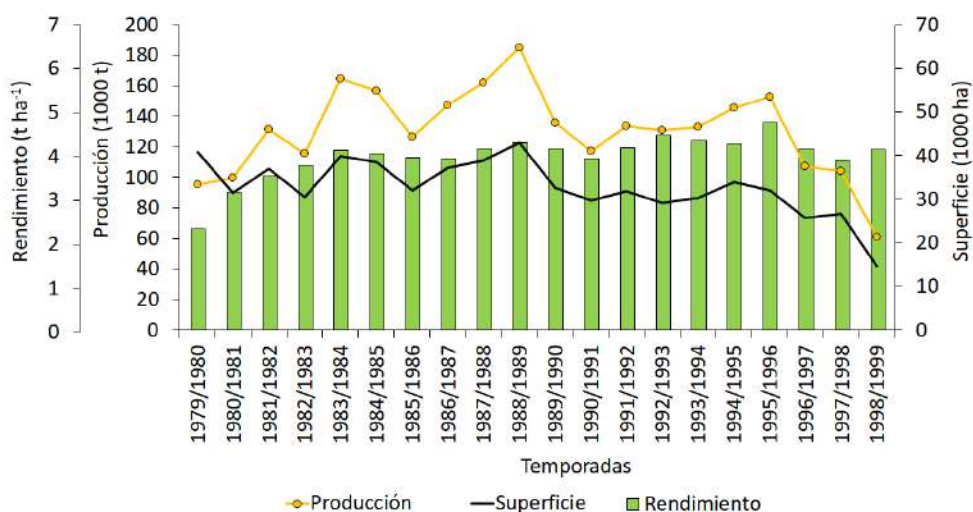
Figura 19. Consumo de arroz ($\text{kg hab}^{-1} \text{año}^{-1}$) entre los años 1965 y 1979.

Un estudio realizado por la Universidad Católica de Chile sobre el consumo de arroz en el país, determinó que el consumo per cápita de arroz no dependía fuertemente del nivel de ingreso de la población, y que al aumentar el ingreso de los consumidores en un 10 %, el aumento de consumo de arroz sólo aumentaba en un 3,3 %, lo que coincidía con el valor de la elasticidad del ingreso estimado (0,33). Por otro lado, se señalaba que la elasticidad del precio del arroz era también baja (< 1), de modo que la reducción del precio del producto tampoco producía aumentos significativos en el consumo del arroz en la población (Martínez y Muchnik, 1983). Este estudio determinó también que el consumo del arroz estaba marcado por la estacionalidad, siendo mayor entre los meses de mayo a noviembre. Por lo tanto, la mejor forma de promover su consumo era a través de nuevas formas y presentaciones del producto, de una educación enfocada a aspectos nutricionales y a desarrollar un mayor potencial exportable (Martínez y Muchnik, 1983; Aldunate, 1983; Aldunate et al., 1984).

Etapa 1979-1998

Durante esta etapa se observa un aumento importante de rendimiento promedio del cultivo, el que pasó de 2,5 a 3,0 t ha^{-1} , a valores cercanos a 4,0 t ha^{-1} (Figura 20). Este salto cuantitativo y cualitativo en la producción del cultivo del arroz se debió, principalmente, a los resultados de la adopción de mejores prácticas agronómicas, como el mayor uso de fertilizantes, control de malezas y uso de nuevas variedades con un mayor potencial de rendimiento que respondían, positivamente, a las mejores condiciones de manejo.

La superficie sembrada también sufrió un cambio importante. En los primeros años de esta etapa se observó una superficie sembrada que fluctuó entre 30 y 40 mil ha. Sin embargo, en los últimos tres años se produjo una importante reducción que llegó a alrededor de las 20 mil ha (Figura 20).

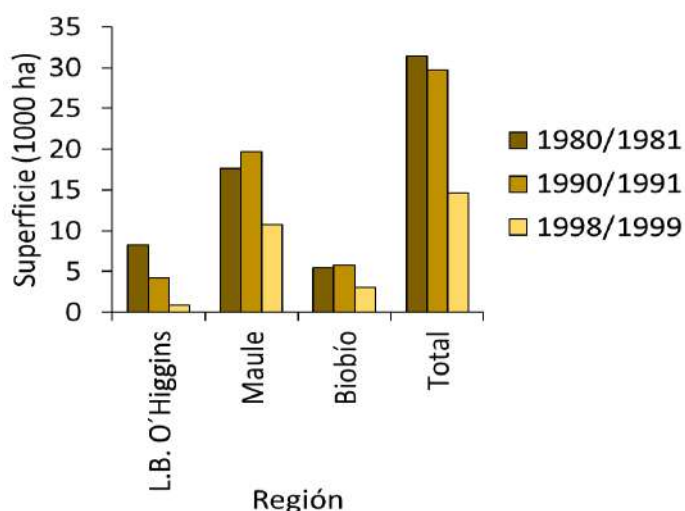


Fuente: ODEPA, 2020a.

Figura 20. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y rendimiento (t ha⁻¹), entre las temporadas 1979-1980 y 1998-1999.

Distribución regional de la superficie, producción y rendimiento de arroz.

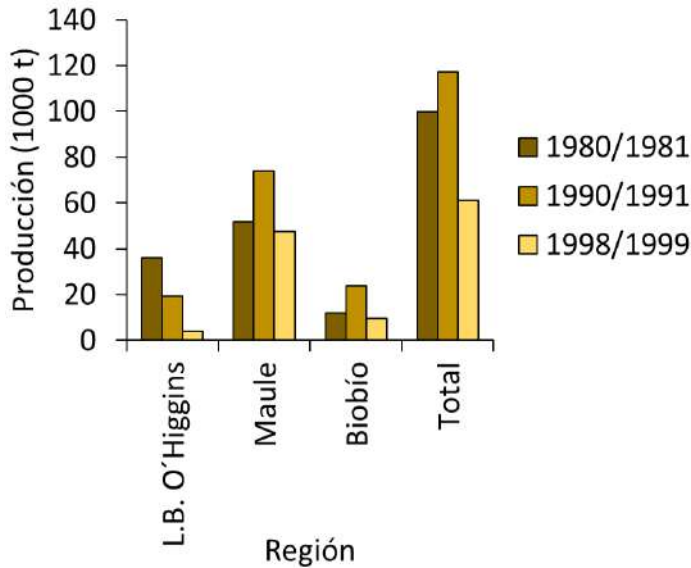
En esta etapa continuó el desplazamiento de la producción arrocera hacia el sur del país, lo que se vio reflejado con la desaparición de las siembras de arroz en la Región Metropolitana y una reducción paulatina de la superficie sembrada en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, posiblemente, por el uso del suelo en alternativas productivas más rentables en estas regiones, como frutales y hortalizas. Dada esta situación, la mayor superficie sembrada de arroz se concentró en la Región del Maule (Figura 21).



Fuente: ODEPA 2020b.

Figura 21. Superficie (1.000 ha) regional del cultivo de arroz, en las temporadas 1980-1981, 1990-1991 y 1998-1999.

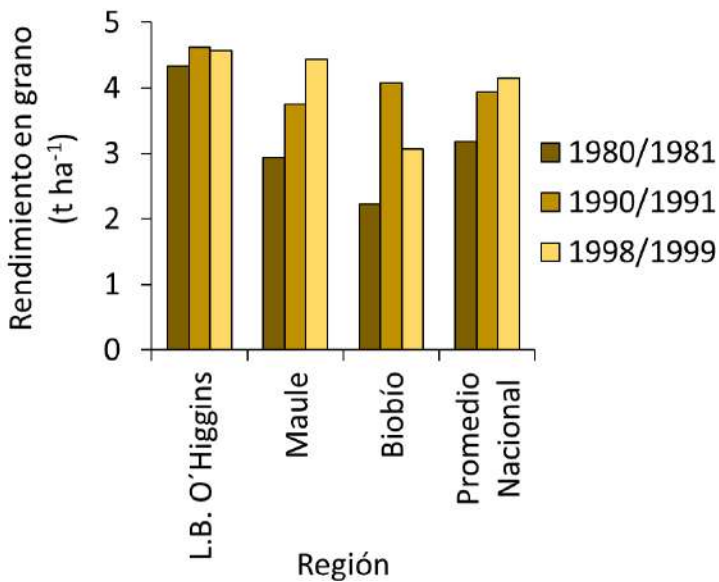
La producción regional siguió un patrón similar al de la superficie sembrada en cada región, destacándose la Región del Maule. Las menores producciones se lograron en la Región del Biobío en 1980-1981, y en la Región de O'Higgins en las dos últimas temporadas (Figura 22).



Fuente: ODEPA, 2020b.

Figura 22. Producción (1.000 t) de arroz, en las temporadas 1980-1981, 1990-1991 y 1998-1999.

El rendimiento promedio regional aumentó prácticamente en 1 t ha^{-1} si se comparan con los obtenidos en 1980-1981 de $3,2 \text{ t ha}^{-1}$ vs $4,2 \text{ t ha}^{-1}$ logrados en la temporada 1998/99, donde el mayor rendimiento se obtuvo en la Región de O'Higgins y el menor rendimiento en la Región del Biobío (Figura 23).



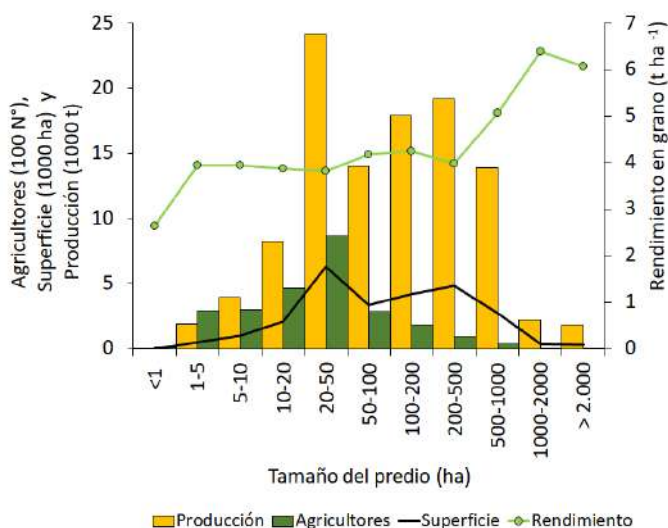
Fuente: ODEPA, 2020b.

Figura 23. Rendimiento (t ha^{-1}) de arroz en las temporadas 1980-1981, 1990-1991 y 1998-1999.

Distribución de los predios agrícolas con arroz

El Censo del año 1997 señala que en el país existían 2.537 predios agrícolas de diferentes tamaños dedicados a la producción de arroz, en los que se sembraron una superficie de 25.748 ha con rendimientos promedio de 4,2 t ha⁻¹. Si se comparan esas cifras con las del Censo del año 1975-1976 es posible observar una reducción de 316 predios arroceros a nivel nacional (2.537 vs 2.853), especialmente predios con superficies mayores a las 1.000 ha. Esta situación confirma también un cambio en la estructura de producción del arroz, al tener una mayor concentración en los agricultores medianos y pequeños.

En el Censo de 1997 se detectó un 87 % (2.218) de agricultores arroceros en predios menores a 100 ha y sólo un 0,3 %, es decir, siete agricultores, en predios mayores a 1.000 ha (Figura 13). Por otro lado, el cultivo del arroz ubicado en predios inferiores a 100 ha, tenían un rendimiento cercano a las 4,0 t ha⁻¹, con excepción de aquellos agricultores que poseían una superficie menor a 1 ha que alcanzaban rendimientos de sólo 2,6 t ha⁻¹. Los predios con superficies mayores a 1.000 ha obtenían un rendimiento en torno a las 6,0 t ha⁻¹ (Figura 24).



Fuente: INE, 1997.

Figura 24. Agricultores (N°), superficie (1.000 ha), producción (1.000 t), rendimiento (t ha⁻¹), por tamaño del predio en el año 1996.

Factores limitantes, desafíos y tecnologías utilizadas en este período

Las bajas temperaturas siguen siendo un factor limitante en el cultivo del arroz, ya que afectan a los diferentes estados del crecimiento y desarrollo de la planta (germinación, plántula y floración), produciendo pérdidas de plantas, alargamiento del período vegetativo, reducción de la fotosíntesis (amarillez de las hojas) y alta esterilidad floral (vanazón) (Alvarado y Grau, 1991; Alvarado y Hernaíz, 1995).

En este período se empieza a recomendar un nuevo sistema de preparación de suelo, llamado 'fangueo', donde en las últimas labores de preparación en suelo inundado, se utiliza un arado rotativo y un tablón nivelador o una alternativa conocida como 'fangueo con mínima labor' (Alvarado y Hernaíz, 1995), en comparación al sistema tradicional de preparación de suelos que

consistía en aradura, rastraje, cruza, rastraje y micro nivelación para lo cual se utilizaba tracción animal y/o mecánica (Sims, 1983b).

El problema de la desnivelación de los suelos arroceros empezó a tener una mayor preocupación y se empezó a recomendar el uso de un programa de 'adecuación' de los suelos y un levantamiento topográfico, que permitiera una mejor nivelación de los potreros. Esta nivelación de los suelos permitiría obtener cuadros más amplios, micronivelados y un menor número de pretiles, uso de maquinaria, mejor manejo del agua y una reducción de los costos de producción (Grau y Cisternas, 1986; Maldonado, 1986; Alvarado y Hernaíz, 1995).

A principios de los años 1980, el principal método de siembra continuaba siendo el sistema pre-germinado, realizado en forma manual y al voleo o mediante aviones. La siembra por avión permitía mayor uniformidad, economía de semilla y un ahorro considerable de tiempo para realizar esta actividad (Sims, 1983b). Una pequeña superficie de siembra continuaba todavía utilizando el sistema de siembra almácigo-trasplante, especialmente entre los pequeños agricultores (Sims, 1983b).

Durante este período, ocurrió un cambio importante al liberarse nuevas variedades con mayor potencial de rendimiento y calidad de grano, como las variedades de grano corto 'Ñiquén-INIA' (Alvarado y Pino, 1979) y 'Quella-INIA' (Alvarado y Pino, 1982); la primera variedad de grano largo ancho 'Diamante-INIA' (Alvarado y Pino, 1982); la primera variedad de grano largo fino, 'Buli-INIA' (Alvarado et al., 1993); y la variedad 'Brillante-INIA', precoz y de grano largo-ancho (Alvarado et al., 1997).

A principio de 1980 las variedades de mayor uso eran 'Oro', 'Quella-INIA' y 'Diamante-INIA' (Sims, 1983a; 1983b; Grau y Cisternas, 1986b). La introducción al mercado de la variedad 'Diamante-INIA' produjo un cambio revolucionario en la producción y el consumo de arroz en el país, pasando de un grano pequeño y redondeado, representado por la variedad 'Oro', a un grano largo-ancho. Es así como en el año 1995 se sembraba un 80 % de la superficie con variedades largo-ancho y sólo un 20 % con variedades de grano corto redondeado (Alvarado y Hernaíz, 1995). Otro aspecto importante asociado a las variedades, fue el aumento en el uso de semilla certificada. Estimaciones realizadas en el año 1983-1984 indicaban que sólo un 6 % de la superficie nacional usaba semilla certificada, en comparación con el 20 % usado en la temporada 1992-1993 (Alvarado y Hernaíz, 1995).

Las malezas continuaron siendo un problema importante en el cultivo del arroz. Las principales malezas eran el hualcacho y la hualtata, que podían causar pérdidas importantes de rendimiento, si no se realizaba un control adecuado (Sims, 1983a). Se recomendaba que un buen control de malezas debería considerar una buena preparación del suelo, fertilización y manejo del agua y, además, una adecuada dosis de aplicación de productos (Alvarado et al., 1985; Pedreros y Alvarado, 1994). Los principales herbicidas recomendados en esa época eran: Stam (Propanil), Ordram (Molinate), Arrosolo 3-3S (Propanil+Molinate), Londax (Bensulfuron metil), Sirus, MCPA (sal potásica o amina) y Bentazón (Basagrán) (Alvarado y Hernaíz, 1995).

Por otro lado, el manejo del agua seguía siendo un tema de preocupación y análisis. En ese sentido, estudios realizados en INIA indicaban que el manejo del agua por parte de los agricultores no era muy eficiente y que los caudales utilizados fluctuaban entre 2,1 y 11,2 L s⁻¹ ha⁻¹, lo que significaba un uso de 181 a 968 m³ ha⁻¹ d⁻¹ (18,1 a 96,8 mm). En tanto, las estimaciones de evapotranspiración señalaban valores que fluctuaban entre 6 y 11 mm d⁻¹ ha⁻¹, dependiendo de la época del año y de las variaciones climáticas, lo que implicaba que un porcentaje importante de agua utilizada se perdía por percolación y filtraciones laterales (Alvarado y Hernaíz, 1995). En relación a la altura de agua, se recomendaba utilizar 10 cm entre siembra y floración y 20 cm entre la floración y llenado de grano (Maldonado y Alvarado, 1982; Alvarado y Hernaíz, 1995). Asimismo, se recomendaba que el corte del ingreso del agua al arrozal se podía realizar en la época de floración, grano lechoso o grano harinoso, manteniendo el agua estancada hasta el consumo total, sin afectar el rendimiento ni la calidad industrial del grano (Alvarado y Gallardo, 1994).

Los suelos arroceros presentaban un bajo nivel de fertilidad, lo que se había acentuado por el uso intensivo del suelo y la falta de rotaciones. Por ello, se recomendaba realizar una fertilización balanceada, utilizando nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), basada en los análisis de suelo (Rojas y Alvarado, 1982). Además, se recomendaba aplicar la mitad del nitrógeno y la totalidad del fósforo y del potasio a la siembra en el último rastraje, y la segunda dosis de nitrógeno a la macolla (Ortega y Belmar, 1990). En general, las dosis recomendadas fluctuaban entre 50 y 150 kg de N ha⁻¹; 30 y 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 30-60 kg de K₂O ha⁻¹ (Alvarado y Hernaiz, 1995).

En este período se detectaron algunos problemas sanitarios como la 'pudrición del tallo y de la vaina' (*Sclerotium hidrophilum*; *Rhizoctonia oryzae-sativae*) en algunas localidades de Parral, asociados a suelos que presentaban bajos niveles de potasio, por lo cual, la aplicación de potasio a la siembra, solucionó el problema (France y Alvarado, 1985; Ortega et al., 1991; Madariaga et al., 1999). El otro problema sanitario fue el 'manchado del grano' o 'Mancha Carmelita', causado por un complejo de hongos. Su presencia estuvo asociada a la alta humedad ambiental y al uso de algunas variedades. Es así como, la variedad 'Diamante-INIA' presentó un menor porcentaje de manchado en comparación a la variedad 'Oro' (Alvarado et al., 1991). En relación a la presencia de plagas, se identificó al gorgojo del agua (*Neobagons coarticolis*) que podía causar pérdida de plantas en los primeros estados de desarrollo de la planta (Gerding y Grau, 1988; Gerding, 1989), la presencia de lama, y de patos silvestres (Sims, 1983b).

Aunque la cosecha se realizaba en forma mecanizada y semi-mecanizada, todavía existía un bajo porcentaje de agricultores que usaba la siega manual y engavillado. La tendencia creciente era el uso de la cosecha con automotriz. La recomendación del momento adecuado para la cosecha se daba cuando el grano poseía entre un 18 % y un 24 % de humedad, para obtener una buena calidad industrial (Alvarado y Lobos, 1986; Alvarado, 1990; Alvarado et al., 1993; Alvarado y Gallardo, 1994).

Mercado del arroz

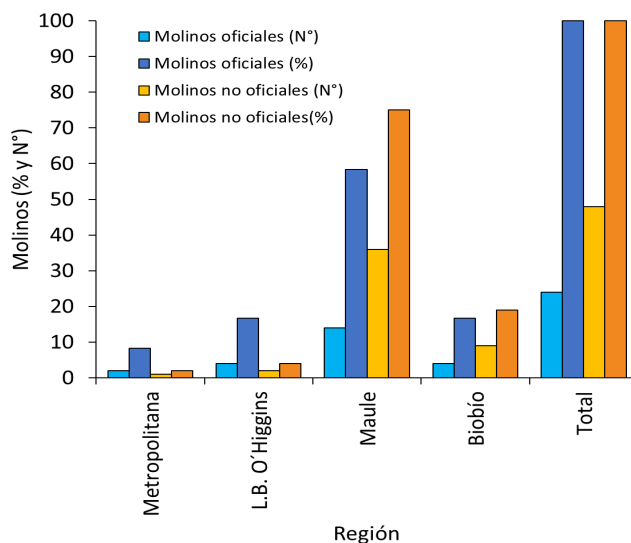
Durante este período la oferta del arroz paddy provino, principalmente, de los productores nacionales, salvo algunos años en que hubo un pequeño volumen de importaciones. La compra del arroz paddy lo realizaban los molinos arroceros, muchas veces bajo contrato con los agricultores. Los productos finales de la industria arrocera correspondían al arroz elaborado y subproductos (Fundación Chile, 1983).

El arroz elaborado se clasificaba en tres categorías: Extra o grado 1, que podía contener hasta un 5 % de grano partido; Escogido o grado 2, con hasta un 20 % de grano partido; y el Corriente o grado 3, con hasta un 35 % de grano partido. Los subproductos del arroz eran: harinilla, puntas y medias grana. Este último se empleaba para mezclar el arroz entero, en las proporciones de acuerdo al grado (Fundación Chile, 1983).

La oferta del arroz elaborado se originaba en los distribuidores mayoristas, supermercados, comerciantes minoristas y, ocasionalmente, en las importaciones. La oferta de los subproductos provenía de los productores de aves, huevos, porcinos y otros (Fundación Chile, 1983).

En el país sólo se había desarrollado la industria del arroz blanco pulido, ya que los otros productos, como los arroces pre-cocidos, arroces parbolizados, harinas extruidas y crudas, cereales preparados, entre otros, eran importados. En este aspecto, se realizaron algunos estudios para evaluar la posibilidad de producir arroz sancochado y extraer aceite de harinilla de arroz (Fundación Chile, 1983).

En relación a la industria molinera, en el año 1981 se pudieron identificar 30 molinos oficiales y 48 molinos no oficiales. La mayor cantidad de molinos se concentraba en la Región del Maule, zona de mayor producción de grano paddy del país (Figura 25).



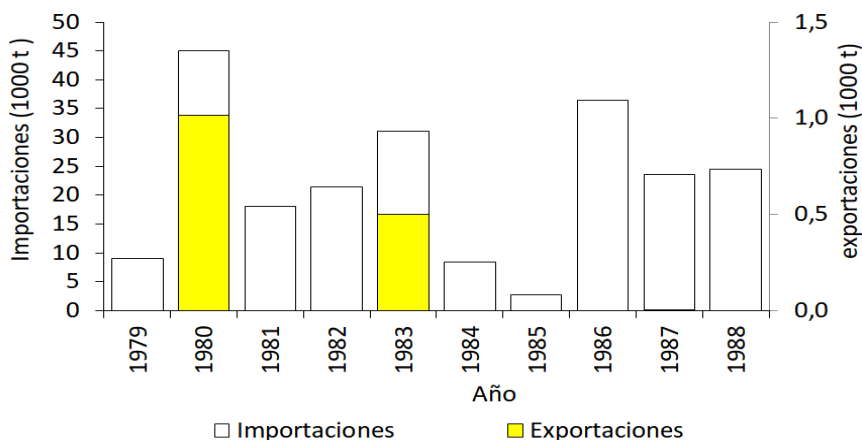
Fuente: Fundación Chile, 1983.

Figura 25. Molinos (% y N°) arroceros por región, en el año 1981.

El rendimiento de 100 kg de arroz paddy se dividía en los siguientes componentes: 20 kg de cáscara y 80 kg de arroz descascarado. Los 80 kg de arroz descascarados rendían 70 kg de arroz y 10 kg de subproductos. Los 70 kg de arroz producían 45 a 48 kg de arroz entero y 22 a 25 kg de arroz partido. Los 22 kg de grano partido producían 10 kg de puntas, 8 kg de media grana y 4 kg de arroz cervecero (Sims, 1983b).

Comercio internacional

La información disponible (entre los años 1979 y 1988) permite confirmar que el país era deficitario en la producción de arroz, por lo que debía recurrir a las importaciones para satisfacer las necesidades de la población. Sólo de manera muy eventual se lograban exportar pequeñas cantidades (Figura 26).



Fuente: Fundación Chile, 1983; Morales, 2002.

Figura 26. Importaciones (1.000 t) y exportaciones (1.000 t) de arroz.

Los agentes que participaban en este mercado eran, por el lado de la oferta, los molinos y los importadores. El arroz elaborado era distribuido a través de comerciantes mayoristas, almacenes y supermercados existentes a lo largo del país.

La mayor parte del arroz importado correspondía al tipo de grano largo fino, el que pasó a ser demandado por el consumidor después de la apertura del país al comercio externo. Los registros indicaban que las importaciones eran realizadas, principalmente, por los propios molinos y los distribuidores mayoristas y minoristas.

La cantidad de empresas que participaba en la importación del arroz era muy variada, y un número importante de esas empresas participaban sólo con pequeños volúmenes de arroz importado (Cuadro 4).

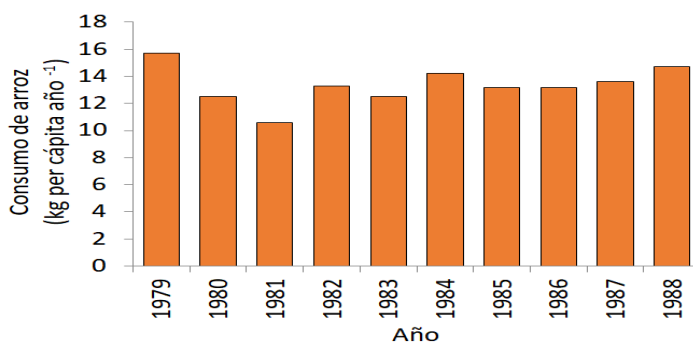
Cuadro 4. Principales importadores y volumen (%) importado de arroz en el periodo 1979-1982.

Importador	Participación (%) por año			
	1979	1980	1981	1982
Soc. Comercio Exterior Internacional	20,0	4,8	-	-
Importadora Café Do Brasil S.A.I.C.	15,4	-	-	-
Enrique Zaror y Cía. Ltda.	13,7	2,8	-	-
Cía. Introdutora de Alimentos Ltda.	11,2	2,4	-	-
Empresa Nacional de Com. y Distr. S.A.	7,7	2,7	-	-
Soc. Ind. Frigorífico San Miguel	6,3	0,5	4,4	9,4
Aruba S.A.	6,0	4,8	-	-
Intar/Chile Ltda.	-	4,2	-	-
Arrocera Tucapel	-	4,8	20,6	7,2
Compañía Industrial	-	8,7	23,4	19,1
Comercial Chacao	-	0,3	24,5	16,5
Otras	19,7	4,2	27,1	47,8
Total	100	100	100	100

Fuente: Fundación Chile, 1983.

Consumo aparente

En el periodo 1979-1988, el consumo aparente de arroz fluctuó entre 10,6 y 15,7 kg hab⁻¹ año⁻¹ (Figura 27). Si comparamos estas cifras con las del periodo anterior, se advierte que el consumo de arroz presentó un leve aumento.



Fuente: Morales, 2002.

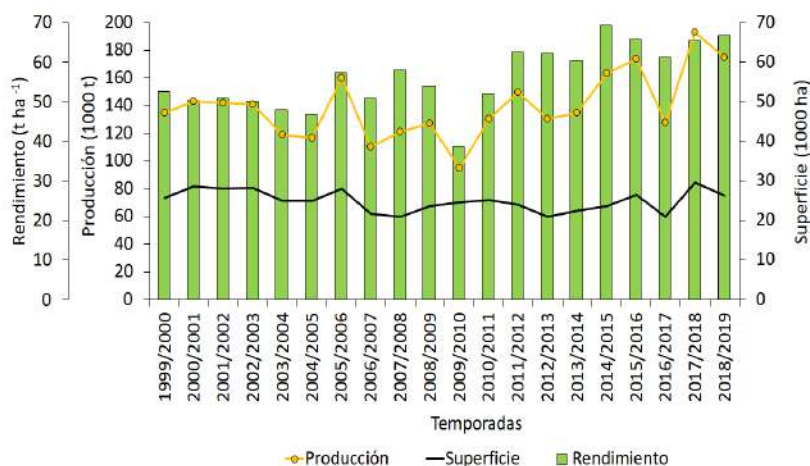
Figura 27. Consumo aparente (kg per cápita año⁻¹) de arroz, entre los años 1979 y 1988.

Etapa 1999-2020

Superficie, producción y rendimiento nacional.

Durante esta etapa se observó una estabilización de la superficie sembrada en 25 mil ha promedio. Sin embargo, cabe destacar que el rendimiento sufrió un significativo aumento, sobrepasando las 5,0 t ha⁻¹ y llegando a 6,9 t ha⁻¹ en el año 2014 (Figura 28). A pesar de este importante incremento, se considera que aún es posible aumentar los rendimientos, debido a que las variedades tienen un potencial superior a 12,0 t ha⁻¹.

En la actualidad, los problemas a resolver se relacionan con el mejor uso de las prácticas agronómicas por parte de los agricultores, para que las variedades comerciales expresen su potencial de rendimiento (Paredes et al., 2015). Esta situación quedó demostrada en el Primer Concurso Nacional de Producción de Arroz, realizado la temporada 2013-2014, donde participaron 25 agricultores separados en las categorías mediano-grandes y pequeños. En este concurso, los mejores resultados lo obtuvieron dos pequeños agricultores con rendimientos de 12,2 y 12,1 t ha⁻¹ en una superficie de dos ha; y dos agricultores medianos que alcanzaron rendimientos de 10,9 y 9,2 t ha⁻¹, en una superficie de 10 ha (Parada y Paredes, 2014; González et al., 2013; Parada et al., 2015). Unido a esta información, no es extraño conocer experiencias de agricultores que, usando la tecnología recomendada, obtienen rendimientos de 8,0 a 9,0 t ha⁻¹, en superficies superiores a 100 ha (Carlos Cisternas, comunicación personal).

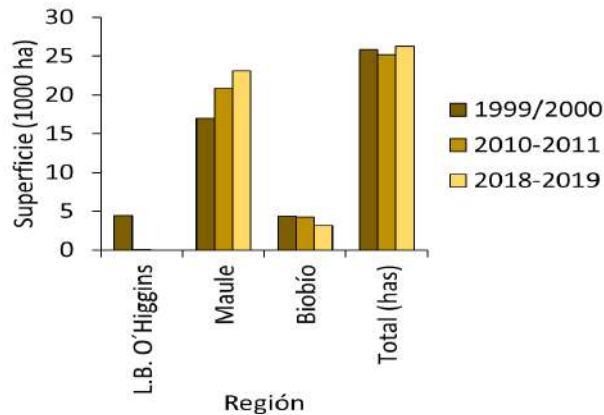


Fuente: ODEPA, 2020a.

Figura 28. Superficie (1.000 ha), producción (1.000 t), rendimiento de arroz (t ha⁻¹), entre las temporadas 1999-2000 y 2018-2019.

Distribución regional de la superficie, producción y rendimiento de arroz

En esta etapa se observó un desplazamiento de la superficie sembrada de arroz hacia el sur del país. Es así como en la región de O'Higgins, que durante la temporada 2010-2011 la superficie sembrada alcanzaba las 61 ha, a partir de la temporada 2018-2019 la siembra se detuvo totalmente. Ello se debe, principalmente, al cambio de los agricultores hacia otras alternativas más productivas y menos demandantes de agua. Esto ha transformado a Maule en la región con la mayor superficie sembrada de arroz, y marcado la desaparición de la región de O'Higgins del espectro arrocero. Paralelamente, durante la misma temporada se producía una disminución en la superficie de siembra en la región del Biobío (Figura 29).

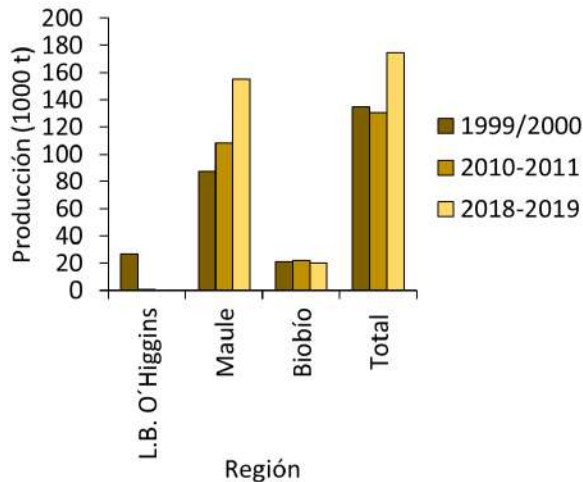


Fuente: ODEPA, 2020b.

Figura 29. Superficie (1.000 ha) regional del cultivo de arroz, en las temporadas 1999-2000, 2010-2011 y 2018-2019.

*A partir del año 2017 la producción de arroz es considerada en la nueva Región de Ñuble tras su separación de la Región del Biobío.

La producción regional siguió una tendencia similar de la superficie sembrada, donde la mayor producción se concentró en la región del Maule, seguida ahora por la región del Biobío (Figura 30).

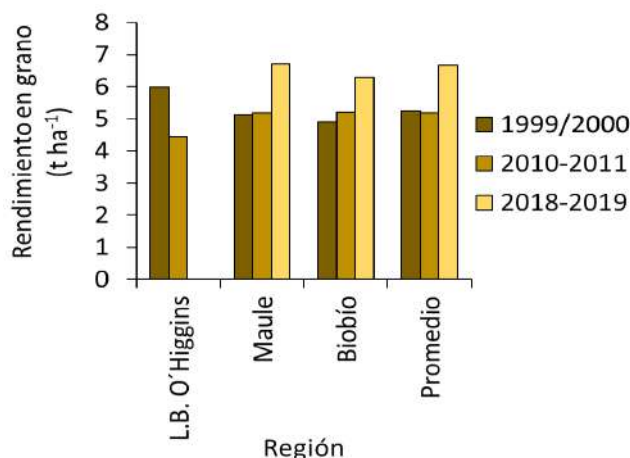


Fuente: ODEPA, 2020b.

Figura 30. Producción (1.000 t) regional de arroz, en las temporadas 1999-2000, 2010-2011 y 2018-2019.

* A partir del año 2017, la producción de arroz es considerada en la nueva Región de Ñuble, que se separó de la Región del Biobío.

El rendimiento promedio nacional continuó en aumento, llegando a $6,7 \text{ t ha}^{-1}$, muy lejano a las $2,6 \text{ t ha}^{-1}$ observadas en la temporada 1963/64. Esta situación se vio reflejada en importantes aumentos de rendimientos en las regiones del Maule y Ñuble en la temporada 2018-2019 (Figura 31).



Fuente: ODEPA, 2020b.

Figura 31. Rendimiento (t ha^{-1}) de arroz, en las temporadas 1999-2000, 2010-2011 y 2018-2019

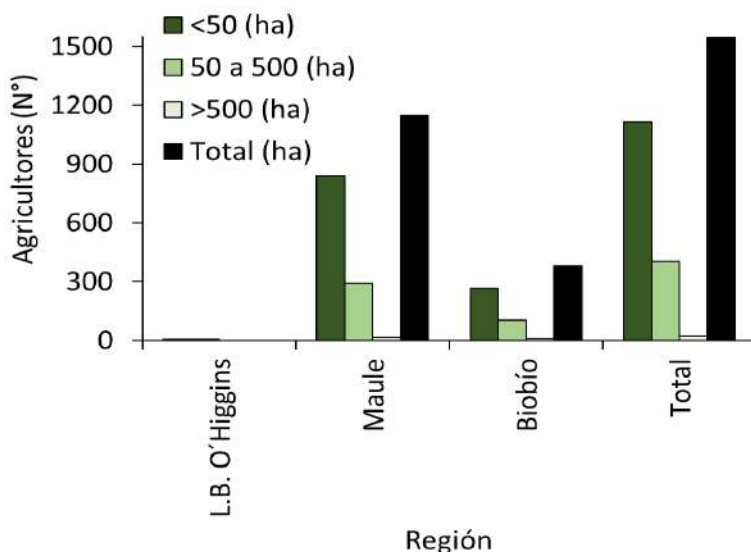
* A partir del año 2017, la producción de arroz es considerada en la nueva Región de Ñuble, al separarse de la Región del Biobío.

Estructura productiva por tamaño de predios agrícolas con arroz

El Censo realizado el año 2007 mostró que el número de predios arroceros era de 1.542, lo que significó una disminución importante con respecto a la cifra obtenida en el censo anterior, cuando se contabilizaron 2.537 (INE, 2007).

La distribución de los agricultores por tamaño de los predios agrícolas arroceros, mostró una amplia concentración en la región del Maule (74,5 %), seguido por la región del Biobío, con un 24,7 %. Por otro lado, un 72,4 % del total de las siembras de arroz están asociadas a predios que poseen un tamaño menor a 50 ha, seguidas de un 26,1 % de predios entre 50 y 100 ha y sólo un 1,6 % con predios mayores a 500 ha (Cuadro 29), lo que significó un cambio significativo en el tamaño de predios arroceros en comparación a los datos del censo anterior (INE, 1977).

La distribución regional por tamaño de explotación indicó que el 75,4 % de los predios menores a 50 ha se ubicaron en la región del Maule, así como el 72,6 % de los que van entre 50 a 500 ha y el 62,5% de los mayores a 500 hectáreas. El número de predios en la región de O'Higgins fue bastante reducido (13 en total), lo que concuerda con la tendencia del desplazamiento del cultivo del arroz hacia el sur del país. En tanto, la región del Biobío, concentró un 23,9 % del total de los predios menores a 50 ha, un 25,9 % de los predios entre 50 y 500 ha y un 37,5 % de los predios mayores a 500 ha (Figura 32).

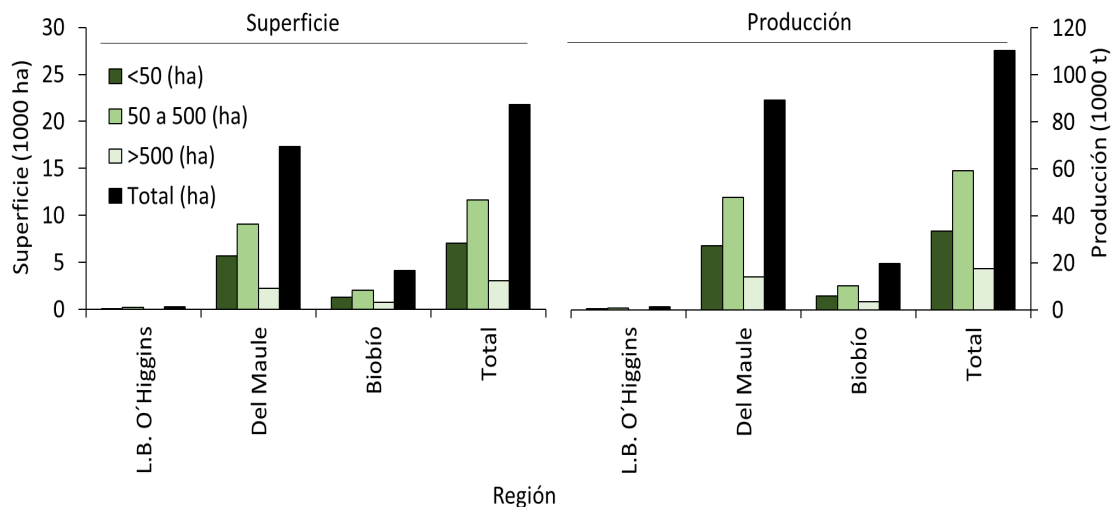


Fuente: INE, 2007.

Figura 32. Distribución regional de los agricultores (N°), en la temporada 2006-2007.

Distribución regional de superficie y la producción de arroz, por tamaño de predios agrícolas con arroz en el año 2007

La superficie sembrada con arroz se concentró principalmente en la región del Maule y en los predios de 50 a 500 ha, los que representaron, aproximadamente, un 50 % de la superficie sembrada y de la producción total del país (Figura 33).



Fuente: INE, 2007.

Figura 33. Distribución de la superficie (1.000 ha), producción (1.000 t) y tamaño de predios (ha), por regiones.

Factores limitantes, desafíos y tecnologías utilizadas

Durante este período, la zona productora de arroz quedó definida desde la comuna de Linares, provincia de Linares, Región del Maule por el norte, hasta la comuna de San Carlos, provincia de Diguillín, Región de Ñuble, por el sur y se concretaron varios cambios tecnológicos (Paredes et al., 2015).

La baja temperatura es un factor determinante en la adaptación de la planta de arroz a la zona arrocerca del país. En Chile, se cultiva el arroz *japonica* templado de grano largo superior a 6,5 mm y relación largo/ancho inferior a 3,0 (INN, 1989; 2003a; 2003b).

Dadas estas restricciones, todo el germoplasma introducido debe tener tolerancia a frío y la calidad de grano anteriormente mencionada. Lamentablemente, con escasas excepciones, el material introducido que se adapta a nuestras condiciones climáticas no logra florecer o madurar y, si lo hace, no cumple con las características de calidad del grano requerida por los consumidores y la industria (Becerra et al., 2015b). Por ello es que se decidió reforzar y fortalecer el trabajo de evaluación y selección de material genético tolerante a frío (Donoso et al., 2013; Cabas, 2012; Donoso et al., 2014; 2015a; 2015b). En este sentido, para tener un registro adecuado de las condiciones climáticas en la zona arrocerca, en el año 2012 se instalaron cuatro estaciones meteorológicas, de las cuales tres estaciones fueron financiadas por el INIA en conjunto con las Empresas Tucapel S.A. y Carozzi S.A., y ubicadas en las comunas de San Carlos, Parral y Longaví. La cuarta estación fue adquirida por La Empresa de Asistencia Técnica AgroParral, y fue instalada en esa comuna. Las estaciones compradas por el INIA y empresas molineras fueron incorporadas a la Red de Estaciones Meteorológicas que administra el Ministerio de Agricultura y la otra estación forma parte de una Red manejada por la Universidad de Talca (Paredes et al., 2015). Paralelamente, se realizó una difusión importante sobre la conveniencia de sembrar en una época adecuada, los primeros 20 d de octubre, para disminuir el riesgo de las bajas temperaturas en la época de floración y las consecuencias sobre la esterilidad floral (Donoso y Paredes, 2015).

Una práctica que mejoró sustancialmente, en relación a las décadas pasadas, fue la nivelación de los suelos arroceros (Hernaíz y Alvarado 2007b; Quezada et al., 2013a; 2013b). La información disponible indica que entre el 90 y 95% de los suelos arroceros están nivelados, gracias a los beneficios entregados por los programas de apoyo y subsidios ofrecidos por INDAP (R. Henríquez; Alfredo Mariño; com. personal, 2018). En la preparación de suelos se incorporaron nuevas prácticas agronómicas, como la incorporación del rastrojo, el arado rotativo, el barbecho químico mediante la aplicación de herbicidas no selectivos y el uso de rotofresadora para incorporar los fertilizantes aplicados en cobertera, y la preparación del suelo (Riquelme et al., 2015).

El sistema de siembra fue evolucionando desde un sistema manual y al voleo con semilla pregerminada, al uso del avión que fue adquiriendo cada vez mayor importancia. La dosis de semilla utilizada en una siembra al voleo es de 150 kg ha⁻¹, aunque algunos agricultores usan una cantidad mayor. En siembras realizadas con avión la dosis varía entre 120 y 140 kg ha⁻¹. El objetivo final es obtener 200 a 250 plantas m⁻² (Alvarado y Hernaíz, 2007). Por otro lado, el sistema de siembra directa, con y sin taipas, se ha ido incorporando lentamente al cultivo, llegando a ocupar un 20 % de la superficie sembrada en arroz. Una de las principales ventajas que presenta el uso de este sistema de siembra es la incorporación de un mayor grado de mecanización en diferentes labores del cultivo como la nivelación del suelo, siembra mecanizada, aplicación de fertilizantes, control de malezas y el menor uso del agua en los primeros estados de desarrollo del cultivo (Parada et al., 2013a; 2013b; Henríquez et al., 2018).

En relación al manejo del agua, se realizó una estimación de la huella hídrica en el cultivo del arroz, la que dio por resultado una huella de entre 955 y 1.225 L kg⁻¹, una huella azul entre 754,1 y 1.145 L kg⁻¹, una huella verde de entre 17,3 y 138,8 L kg⁻¹ y una huella gris de 62,5 L kg⁻¹ (Uribe y Riquelme, 2015). Por otro lado, se confirmó que el sistema inundado produce un mayor rendimiento en grano (Quezada et al. 2013a; Gutiérrez, 2019), posiblemente, por el mejor control

de malezas y la regulación de la temperatura, comparado con otros sistemas de manejo de agua, como el riego intermitente (Quezada et al., 2011; Gutiérrez, 2019) y el riego por aspersión (Donoso et al., 2019). Sin embargo, debido a las restricciones hídricas se ha observado el uso de una menor altura de agua (5 cm), desde la siembra a la macolla, que favorece el desarrollo de las plantas y un número mayor de macollas (Hernaiz y Alvarado, 2007a; Donoso et al., 2015b) y una altura máxima de 20 cm en la etapa reproductiva (Hernaiz y Alvarado, 2007a) y de 10 a 20 cm (Henríquez et al., 2018), lo cual se debe acompañar con la introducción de nuevas tecnologías de riego que permitan mejorar la gestión del agua en el sector arrocerero del país (Donoso et al., 2019; Becerra et al., 2020).

En el caso de la fertilización, se empezó a utilizar un criterio conservacionista de fertilidad de los suelos, basado en reponer la cantidad de nutrientes extraídos por las plantas, para mantener el nivel de fertilidad del suelo en el tiempo. En este sentido, se realizaron diversos estudios tendientes a conocer el nivel de cada nutriente en el suelo, sus niveles de extracción y su relación con el rendimiento, el efecto del manejo de los residuos (incorporación o quema) en los niveles de los nutrientes, tales como potasio, calcio, azufre y microelementos (Hirzel y Cordero, 2011; Hirzel, 2007; Quezada et al., 2013c).

El análisis de muestras de suelos representativos de la zona arrocerera indicó un bajo nivel de nutrientes en los suelos arroceros y un pH leve o moderadamente ácido (5,5 y 6,4). El contenido de materia orgánica fluctuó entre 1,6 y 3,5 %, el nivel de fósforo disponible fue inferior a 10 ppm, el potasio menor a 100 ppm y el contenido de nitrógeno incubado varió entre 11 y 50 ppm (Hirzel, 2007). Dada estas condiciones, el diagnóstico del estado nutricional, a través del análisis de suelo, pasó a ser una herramienta indispensable en la recomendación de fertilización del suelo. Esta herramienta de diagnóstico ha sido estimulada y recomendada por el Programa de Recuperación de Suelos degradados del Ministerio de Agricultura, desde el año 2000 (Hirzel, 2007). Por otro lado, para mejorar el diagnóstico nutricional de los suelos, se incorporó en el análisis de laboratorio de INIA Quilimapu, ubicado en Chillán, la evaluación de nitrógeno incubado (mineralizable) que representa, de mejor manera, la situación mayoritaria del sistema del cultivo del arroz bajo inundación (Hirzel et al., 2012) y se desarrolló un modelo de optimización del nitrógeno a aplicar en el cultivo para diferentes condiciones de suelo (Artacho et al., 2011; Hirzel et al., 2011; 2012; Hirzel y Rodríguez, 2013; Hirzel, 2015; Hirzel et al., 2020). También se estudió el efecto de diferentes enmiendas orgánicas como una fertilización alternativa en el cultivo (Hirzel, 2013) y la respuesta varietal a diferentes dosis de nitrógeno (Quezada et al., 2013b; Hirzel et al., 2019).

Las malezas continuaron siendo uno de los problemas agronómicos más limitantes de la producción de arroz (San Martín y Ramírez, 1983; Pedreros y Kramm, 2007). De las malezas comunes presentes en el arroz, el hualcacho es la que produce las mayores pérdidas en el rendimiento del cultivo, lo que puede variar entre un 25,5 a un 49,1 %. El segundo grupo en importancia son las ciperáceas, como la cortadera (*Cyperus difformis* y *C. eragrostis*), y el pasto cabezón (*Scirpus mucronatus*). Estas malezas han aumentado su importancia en los últimos años, y sus pérdidas se estiman entre 15,6 y 44,7 %. El tercer grupo de malezas son las alismatáceas como la hualtata (*Alisma plantago-aquatica*; *A. lanceolatum*) y lengua de vaca (*Sagittaria montevidensis* subsp. *chilensis*), perennes y emergentes, que pueden causar pérdidas que pueden variar entre 11 y 67 % (Pedreros y Kramm, 2007).

En la estrategia de control se ha incorporado el concepto de manejo integrado, donde se incluye el control cultural (nivelación, manejo de agua, uso de semilla certificada, siembra oportuna, fertilización) y el control químico. Los principales herbicidas recomendados en este período fueron: bensulfuron (Londax, Stoke), ethoxysulfuron (Sunstar); metsulfuron (Ally, Ajax; Aliado, Kajax, Sulfumet), pyrazosulfuron (Sirus), cyclosulfamuron (Orysa), penoxulam (Rice), pyanchor (Nominee); cyhalofop-butyl (Clincher), bentazon (Basagran, Bentax), propanil, (Amidas); MCPA amina y sal potásica; quinclorac (Facet, Exocet), molinate (Molirox), florypyrauxifen benzyl (Loyant) y imazamox+Imazapir (Eurolightning) (Pedreros y Kramm, 2007; Henríquez et al., 2018). Otros

aspectos que ha ido adquiriendo mayor importancia en el control de malezas es el desarrollo de la resistencia de algunas malezas a ciertos productos químicos (Pedreros y Kramm, 2007) y la presencia del arroz rojo (Pedreros y Alvarado, 1994; Alvarado y Pedreros, 1991; 2007).

En mejoramiento genético, se desarrollaron cinco variedades, de las cuales cuatro ya están en el mercado y una de ellas se incorporó en la temporada 2020-2021. Las variedades liberadas fueron: 'Ámbar-INIA' (Alvarado y Hernaíz, 2005), primera variedad de grano glutinoso; 'Zafiro-INIA' (Hernaíz et al., 2005; Cordero et al., 2010) y 'Cuarzo-INIA' (Cordero et al., 2011), variedades de grano largo-ancho; 'Platino-INIA', la primera variedad de grano medio (Paredes et al., 2016) que reemplazó a la variedad 'Oro' y cubrió una demanda de nicho para, sushi y risotto, entre otros; y la variedad 'Digua Cl', primera variedad Clearfield *japonica* templada de grano largo-ancho (Salvo et al., 2015; Becerra et al., 2019; Paredes et al., 2019; 2020) que fue generada en ocho años.

Además del desarrollo de nuevas variedades, se usaron marcadores moleculares, SSR y SNP sobre la caracterización genética del germoplasma de arroz del PMGA. Asimismo, se certificaron genéticamente progenitores y progenies, se identificaron variedades y líneas experimentales avanzadas, se certificó la pureza de 'Platino-INIA' y de 'Digua Cl' en su proceso de registro en el SAG (Becerra, et al. 2015a; 2017). Los resultados indicaron que existe una media a baja diversidad genética en el germoplasma utilizado y baja entre algunas variedades comerciales desarrolladas.

En aspectos relacionados con la calidad del grano, en el año 2011 se realizó un levantamiento de información de los laboratorios de las empresas molineras, con el objetivo de estandarizar los equipos y procesos utilizados en el muestreo destinados a la evaluación de la calidad del grano recibido en sus plantas (Cordero, et al., 2011b).

En relación a la transferencia de tecnología, todas las variedades desarrolladas por INIA están en el mercado a disposición de los agricultores, a través de distribuidores privados o en convenio con INDAP. En este sentido, es importante mencionar el desarrollo de un número importante de programas de apoyo ofrecidos por INDAP a la pequeña agricultura, tales como, el uso de semilla certificada, mejoramiento de suelos degradados, nivelación de suelos, riego intra-predial, contrato de proveedores, entre otros, que han contribuido a adoptar nuevas tecnologías. En los aspectos de difusión tecnológica, se han realizado una gran cantidad de actividades por parte de INIA, empresas molineras, de agroquímicos y de asistencia técnica tendientes a entregar y difundir la información relevante a los agricultores.

En el año 2010, el Gobierno de Chile y las organizaciones Fedearroz y Fenarroz, firmaron un convenio con el Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego, FLAR, para apoyar el desarrollo de germoplasma y la introducción de nuevas prácticas agrícolas, como la siembra directa o 'siembra en seco' al sector arrocero. En esta instancia técnica, el Gobierno de Chile estuvo representado por INIA, INDAP, FIA y ODEPA, además de las federaciones de agricultores Fedearroz y Fenarroz (Subsecretaría de Agricultura, 2011) y a partir del 2014 el convenio se amplía a la Empresa Tucapel S.A. y Carozzi S.A. (Subsecretaría de Agricultura, 2014). Producto de este convenio, INIA y Fedearroz recibieron germoplasma desarrollado por el FLAR, para su evaluación y selección bajo las condiciones chilenas. INDAP coordinó las acciones relacionadas con el trabajo agronómico, como la siembra directa.

Durante este período se empezó a mostrar una mayor preocupación por la sustentabilidad del sistema de producción del arroz. Así, se desarrollaron varias iniciativas a nivel del Ministerio de Agricultura (Acuña et al., 2018) y se reforzaron e iniciaron diferentes líneas de investigación tales como, la cuantificación de la emisión de gases efecto de invernadero (Hube et al., 2015; Becerra et al., 2019), selección de germoplasma a bajas temperaturas (Donoso et al., 2013; 2015a; Becerra et al., 2020), manejo eficiente del agua (Donoso et al., 2019; Fedearroz, 2019), inocuidad (prospección de niveles de arsénico en el suelo, agua y grano de arroz (Ramírez et al., 2019).

En esta área se desarrolló un estudio destinado a definir un estándar de sustentabilidad para el sector arrocero, en el cual participó toda la cadena arrocera (Fundación Chile, 2015). Este estudio permitió identificar algunas temáticas tendientes a disminuir o mitigar los impactos en la emisión de gases de efecto invernadero (incorporación de rastrojos, fertilización, etc.), gestión en el manejo del agua, eficiencia energética, y prácticas que protejan y contribuyan al desarrollo de la biodiversidad biológica. Dado esta situación, se recomendó desarrollar un programa de investigación y de difusión y transferencia de tecnologías en dichas materias (Fundación Chile, 2017).

El arroz es un cultivo que, por su sistema de manejo bajo lámina de agua, emite una importante cantidad de gases efecto invernadero (GEI). Por tal motivo, en el año 2012 se inició un proyecto de investigación para cuantificar las emisiones de los gases efecto invernadero en el cultivo del arroz, considerando diferentes condiciones de manejo como fertilización nitrogenada, incorporación del rastrojo al suelo (Hube et al., 2015) y el manejo de agua a través de un proyecto internacional co-financiado por FONTAGRO en el que participaron Fedearroz Colombia, INIA Chile, y la Universidad de la Molina de Perú (Fedearroz, 2019). Este trabajo permitió la incorporación y participación del INIA en el Comité del Arroz en Global Research Alliance (GRA, sigla en inglés), en el Grupo de Investigación en Arroz de Riego (PRRG) y en actividades de difusión sobre este tema (Becerra et al., 2018).

En los últimos años ha aumentado la preocupación por una mayor inocuidad de los alimentos, entre ellos, la presencia del contenido de arsénico en el grano de arroz. Por tal motivo, INIA desarrolló en la temporada 2015/16, un proyecto de investigación tendiente a cuantificar el nivel de arsénico en el suelo, agua y variedades sembradas en el sector arrocero (INNOVA-CHILE). Los resultados indicaron que el arroz producido por las diferentes variedades de arroz producidas en el país, se encuentran bajo la norma nacional e internacional en relación a este elemento (Mario Paredes, com. personal). Desde agosto del 2020, este trabajo se continuará bajo el alero de un proyecto co-financiado por FONDEF IT, INIA, Universidad de Concepción, ACHIPIA, Empresa Tucapel, S.A y Nestlé-Chile (V. Becerra, comunicación personal, 2020).

Cadena de producción y comercialización del arroz

En la cadena de producción y comercialización del arroz se distinguen diferentes actores como los productores, procesadores, distribuidores, comercializadores, transportistas y consumidores, todos los cuales cumplen diferentes funciones en la cadena productiva (Espinoza y Farías, 2017).

Principales características de la cadena arrocera

Hacia fines del siglo XX, Chile producía un 60 % de las necesidades de consumo, y el resto se importaba, principalmente desde Argentina y Uruguay, y algunos países asiáticos, como Vietnam y Tailandia. Las importaciones correspondían a grano elaborado y eran realizadas por comerciantes mayoristas y supermercados. En este punto, se consideraba que no era viable exportar importantes cantidades de arroz, fundamentalmente por razones de calidad; prácticamente el 100 % del arroz producido, se elaboraba y consumía en el país.

La semilla utilizada por los agricultores para su siembra era proveída en un 100 % por INIA. La multiplicación de las etapas de certificación de la semilla de INIA, era realizada con particulares bajo contrato y el uso de semilla certificada entre productores era bajo. Más del 90 % de las siembras se realizaban con la variedad 'Diamante-INIA' y un pequeño porcentaje con la variedad 'Oro'. Gran parte de la comercialización del arroz se hacía bajo contrato, y un menor porcentaje a través de corredores y la comercializadora de trigo COTRISA. La capacidad instalada de molienda de arroz alcanzaba las 250 mil toneladas, lo que duplicaba las necesidades de procesamiento. Existían alrededor de 80 molinos arroceros, de ellos, aproximadamente 20 eran considerados

industriales. La empresa Tucapel procesaba entre el 50 y 60 % del total, mientras que Zaror y San Cristóbal alcanzaban entre un 10 y 15 % cada uno. Una parte importante de la industria arrocera estaba asociada a Asociación Gremial de Molineros de Arroz (AGMA). El 80 % del producto elaborado iba a los consumidores directos y el 20 % a las instituciones (Scarlatto, 2000).

Los agricultores representaban alrededor de 1.500 predios arroceros, de los cuales más de un 70 % eran predios menores a 50 hectáreas, ubicados, principalmente, en las regiones del Maule y Ñuble. Los agricultores estaban agrupados en varias organizaciones gremiales, tales como, la Federación de Productores de Arroz de Chile (Fedearroz), la Federación Nacional de Arroceros de Chile (Fenarroz), Asociación Gremial de Arroceros de Unicavén, Asociación Gremial de Comités Campesinos Rubro Arroz, Comité Campesino El Crucero de Buli, Comité Campesino Productores de Arroz Millauquen Unido y Comité Campesino Arroceros Otingue, Belén y Flor de Ñiquén.

Los procesadores eran los encargados de adquirir el arroz cosechado, a través de contratos o compras 'spot' de arroz paddy a los agricultores locales, sin la participación de otras empresas o de agentes intermediarios, distribuidores y/o comercializadores. La industria local estaba involucrada en las etapas de acopio, secado, elaboración, almacenamiento y distribución (Espinoza, 2018). La relación comercial entre el procesador y el distribuidor (venta al detalle) se basaba en una negociación bilateral, en la cual se fijan los precios de venta y gastos indirectos, como fondos promocionales, mermas, arriendo según ubicación en góndola, entre otros (Lara, 2017).

Un estudio destinado a realizar una 'estandarización del proceso de muestreo de calidad en las arroceras nacionales', detectó la presencia de 23 industrias arroceras activas en el país correspondientes a Empresas Tucapel S.A., Empresas Carozzi S.A., Arroceros Aruba, Arroceros Blanqui, Arroceros Don Claudio, Arroceros Flor de Ñiquén Ltda., Arroceros Los Llanos, Arroceros Nacional, Arroceros Ñuble, Arroceros Orsini Hnos., Arroceros Palmera, Arroceros Palmilla S.A., Arroceros Sta. Mónica, Arroceros Vitacura, Comercializadora de Trigo S.A (COTRISA), Comercial Industrial Sta. Regina Ltda., Industria Molinera Sta. Marta Ltda., Productos Corán S.A., Pelentaro, Agroindustrial Reina Luisa, Comercial Milanese y Cia Ltda., y la Sociedad Comercial Industrial Aparicio y García (Cordero et al., 2011b). Sin embargo, son dos las empresas que poseen una alta participación en el mercado nacional: Tucapel S.A. (40 %) y Carozzi, S.A. (20 %). Estas empresas son prácticamente los proveedores exclusivos de un tipo de grano producido en el país y que posee una alta valoración de parte de los consumidores por razones idiosincráticas (Espinoza, 2018; García y Laval, 2020).

En el comercio nacional del arroz, uno de los logros importantes en este período fue la confección del indicador de Costo Alternativo de Importación (CAI) de Arroz Paddy, que se usa como referencia en la comercialización del arroz nacional. El CAI del arroz corresponde al valor CIF de un arroz, elaborado hasta con 15 % de grano partido, que posteriormente se convierte a paddy. El costo considera el arancel y los gastos de importación ponderados de los países que componen al menos el 85 % del volumen importado los últimos seis meses, según datos del Servicio Nacional de Aduanas, puesto en Santiago (incluye fletes y seguros), más todos los gastos asociados al proceso de internación. Los costos asociados a la internación son consensuados por un comité técnico, formado por representantes de la industria, COTRISA y ODEPA. El valor del dólar utilizado corresponde al promedio del dólar observado del Banco Central de Chile durante la semana en que fueron solicitadas las cotizaciones a la industria importadora local. Las cotizaciones de arroz importado a Chile son informadas a ODEPA por las mayores industrias importadoras del país, a través de un Convenio de Cooperación que garantiza la absoluta confidencialidad de sus valores. En el caso de aquellos mercados de referencia para los que las industrias importadoras no informan cifras, se considera el valor promedio de las importaciones del último mes del arroz semi-blanqueado o blanqueado, incluso pulido o glaseado, grano partido mayor al 5 %, pero menor al 15 % (ODEPA, 2020b).

Para mejorar la representación del CAI, se ha sugerido reemplazar el mayor valor de importación

del grano largo-angosto, por el valor comercial del arroz largo ancho producido en el país, ya que posee un mayor valor comercial. También se ha planteado cambiar el porcentaje de grano utilizado (48 %), por el vigente en 2018 que variaba entre un 55 y 57 %, según datos de los Servicios de Asistencia Técnica (Espinoza, 2018).

Otro elemento importante en la cadena productiva del arroz lo constituyen las empresas distribuidoras-comercializadoras que representan el principal canal de distribución, donde destacan las cadenas de supermercados que concentran entre un 65 y un 70 % del volumen de las ventas. Del porcentaje restante, una parte importante está destinada a los hoteles, restaurantes y casinos, y una menor proporción a pequeños almacenes y mercados (Espinoza, 2018).

En este punto es importante mencionar también, la incursión de las marcas propias del retail, específicamente introducidas por los supermercados, en los segmentos de variedades de origen nacional e importado. Esta situación, generó efectos importantes en el comercio del arroz, tales como, un incremento de las marcas propias en arroz Grado 1, pero especialmente en el Grado 2, debido al menor valor de estos productos en relación a su calidad. Esta situación significó, paralelamente, el desplazamiento e incluso la eliminación del mercado de marcas de empresas procesadoras pequeñas o importadoras, dando lugar a una mayor concentración del mercado y donde los principales proveedores se favorecieron por el incremento de su participación en el mercado y en sus márgenes. Esta última situación se debió, principalmente, a la estrategia de los distribuidores de enfocar sus esfuerzos en la penetración de mercado de sus marcas propias, sin enfrascarse en una competencia directa con los principales proveedores que podían perjudicar las ventas de la categoría de forma transversal. Por otro lado, se empezó a observar un mayor poder de negociación de los distribuidores con los proveedores, para obtener mejores precios (Lara, 2017).

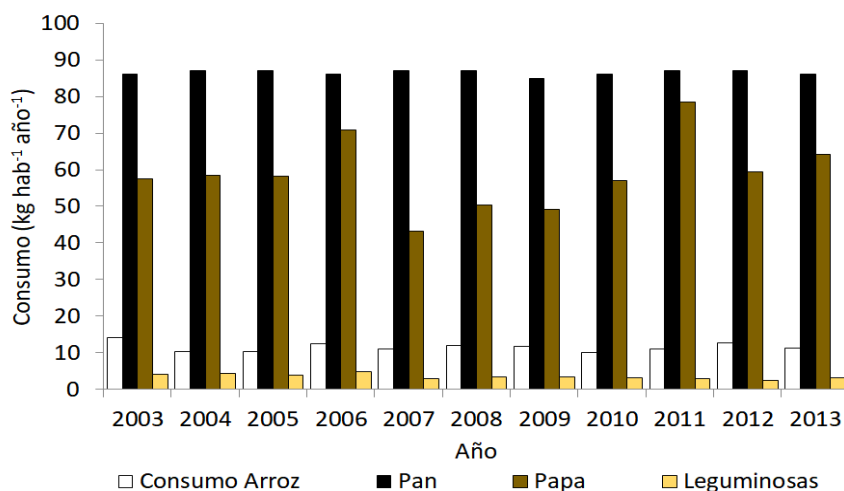
Los principales productos disponibles en el mercado local son los productos derivados del arroz blanco, grano largo-ancho de origen nacional; los productos derivados de los granos largo delgado, que tienen un origen importado; y en menor proporción los productos de arroz parbolizado, conocido también como pregraneado o precocido; el arroz integral elaborado con variedades nacionales; los arroces con ingredientes o instantáneos que incorporan verduras u otros ingredientes adicionales de rápida preparación, ya que se elaboran con arroz pregraneado; y los arroces para sushi, basmati o carnaroli (Espinoza y Farías, 2017; Espinoza, 2018).

Para su comercialización, los arroces elaborados se clasifican en Grado 1, cuando el contenido de granos partidos alcanza hasta un 5 %, y en Grado 2, cuando el contenido de grano partido llega hasta un 20 %. Esta norma, clasifica también al arroz de acuerdo con las dimensiones del grano en: largo-ancho, largo-delgado, mediano y corto (INN, 2003a; 2003b). Todo lo anterior permite señalar que el consumidor chileno posee una amplia oferta de productos en términos de tamaños de granos, orígenes geográficos, características culinarias y usos potenciales.

Los arroces Grado 1 y Grado 2 son los productos con mayor nivel de ventas, pudiendo alcanzar más de un 80 %, seguido desde lejos por el arroz pregraneado o parbolizado y los arroces preparados (Lara, 2017). En cuanto a los precios de venta promedio, los mayores valores se observan en las categorías premium y preparados, lo que se debe a que los productos premium suelen ser importados y con características y usos exclusivos, en comparación a los arroces preparados. Por otra parte, los arroces Grado 1 poseen un precio superior a los arroces Grado 2, lo que refleja la valorización de la relación cantidad de granos enteros y calidad.

En relación al origen de los productos, existe una leve predominancia de los productos nacionales, los cuales concentran un 58 % de las unidades vendidas, cifra que alcanza a más del 90% cuando se considera el Grado 1, arroz largo ancho nacional. En el caso del arroz Grado 2, las ventas alcanzan casi un 50 % en los arroces importados y nacionales. En los arroces pregraneados e integrales, la concentración es del 100 % en importados y nacionales respectivamente, debido a que toda la oferta de arroces integrales proviene de producción nacional y, a su vez, toda la oferta de productos pregraneados es de origen extranjero (Lara, 2017).

El consumo per cápita aparente de arroz en el país ha pasado, entre 2003 y 2013, de 10 kg por persona al año, a 14,2 kg, con un promedio de 11 kg por persona año (Figura 34) y con una frecuencia de preparación de arroz de tres a cuatro veces por semana. Este nivel de consumo es similar a U.S.A. y a algunos países europeos, y muy inferior a otros países como Perú, Colombia y Paraguay que superan los 50 kg por persona año (ODEPA, 2014).



Fuente: ODEPA, 2014.

Figura 34. Consumo per cápita aparente de arroz y otros alimentos en Chile, entre los años 2003 y 2013.

En el país, la comparación del consumo de arroz con otras especies como trigo y papa, indica que su consumo es bajo. Sin embargo, es muy superior al consumo de todas las legumbres, pero bastante menor que el pan y las papas. Por lo tanto, existe una oportunidad para aumentar el consumo del arroz, promoviendo algunas de sus propiedades como la ausencia de gluten, aporte de vitaminas y sus diversas formas de consumo y baja carga de pesticidas en su producción, ya que durante su cultivo no presenta enfermedades ni plagas importantes (Foto 1).

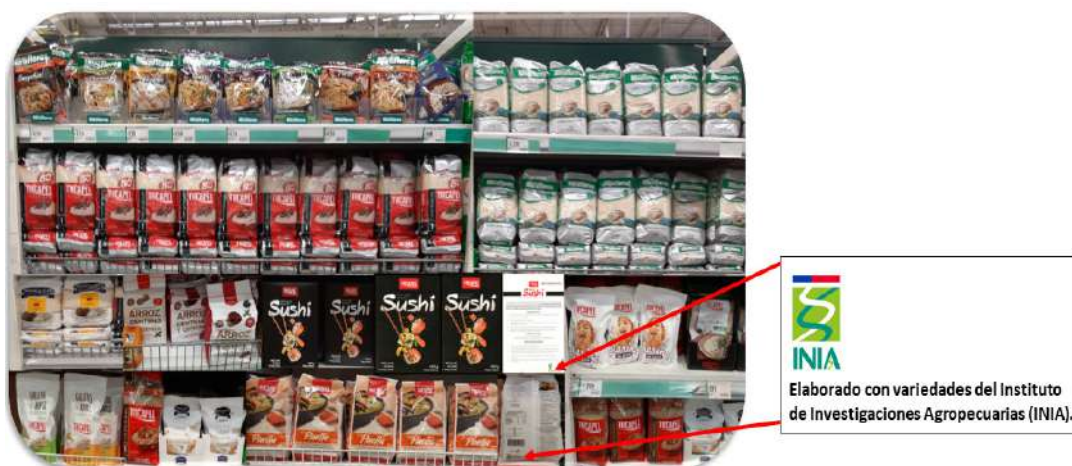
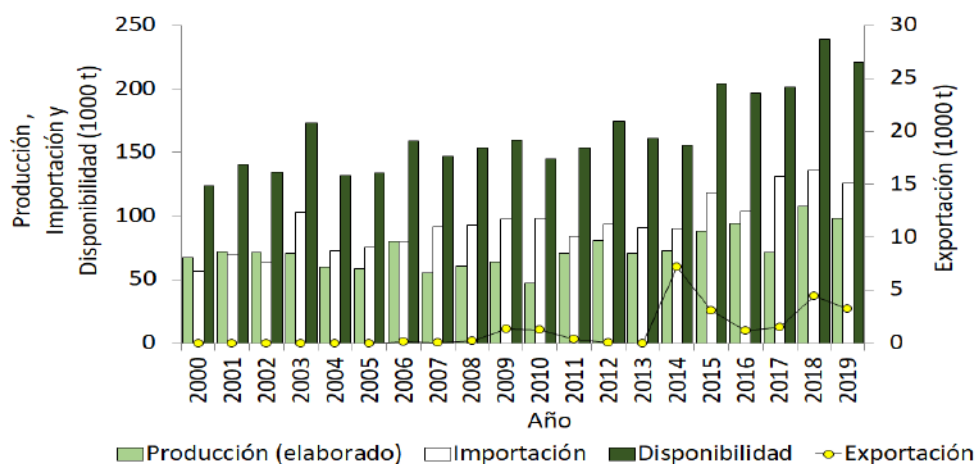


Foto 1. Arroz largo-ancho elaborados con variedades INIA y arroz especial de sushi y paella producido con la variedad 'Platino-INIA'.

Un estudio realizado sobre la valoración del arroz comercializado en un par de cadenas de supermercados del país, indicó que: a) la decisión de la compra semanal del arroz está influenciada por los precios (dependiendo del producto), pero en mayor medida al tipo de grano y a las marcas comerciales; b) existe una fidelidad de los consumidores a los fabricantes del producto nacional y al producto de las variedades locales, de grano largo ancho; c) existe un interés de la industria nacional por mantener relaciones de largo plazo con los agricultores y con organismos públicos que realizan investigación y desarrollo en el rubro; d) existe la entrada de marcas propias del 'retail' y un interés por su posicionamiento en el mercado nacional; e) existe un significativo resultado económico para el distribuidor y para la industria dedicada al arroz; f) el arroz producido en el país presenta una mayor preferencia por parte de los consumidores y que el tener este producto en la oferta de las industrias genera importantes utilidades en la cadena agroindustrial; g) la exclusión del producto nacional de la venta en cada distribuidor (comercio minorista), genera un muy acotado desplazamiento de la demanda hacia los productos de origen importado, y la respuesta de las preferencias de los consumidores generaría una reducción del tamaño del mercado de este producto; h) la ausencia de la variedad nacional de arroz largo ancho en el mercado podría generar importantes pérdidas de utilidades en la industria y en las cadenas del comercio minorista (Espinoza, 2018).

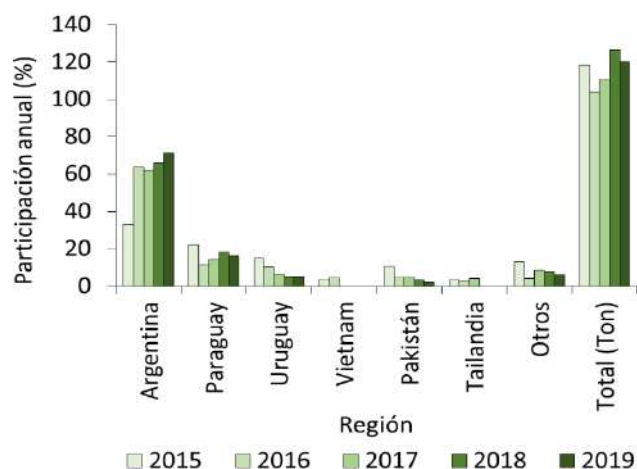
A pesar de esta buena valorización del arroz nacional por parte de los consumidores chilenos, durante este período, la producción nacional fue siempre menor al de las importaciones, llegando a representar más de un 55 % de la disponibilidad aparente para el consumo interno. Debido a esta situación, el país ha debido importar arroz para satisfacer las necesidades de la población, aunque se han exportado cantidades pequeñas debido a condiciones favorables en el mercado internacional (Figura 35). En este sentido, la empresa Tucapel S.A. sostiene haberse abierto al mercado internacional en los últimos años y que su oferta exportadora está constituida por diversas líneas de productos, con mayor valor agregado como los arroces preparados, Vero Risottos Premium, arroces integrales preparados y especialidades como el arroz para Sushi y para Paella (www.empresastucapel.cl, 2019).



Fuente: COTRISA; García y Laval, 2020. *Rendimiento industrial 50-56%.

Figura 35. Producción nacional (1.000 t), disponibilidad (1.000 t), importaciones (1.000 t) y exportaciones de arroz elaborado (1.000 t), entre los años 2000 y 2019.

Los principales países vendedores de arroz a Chile en los últimos años fueron Argentina, Paraguay, Uruguay, Vietnam, Pakistán y Tailandia (Figura 36).

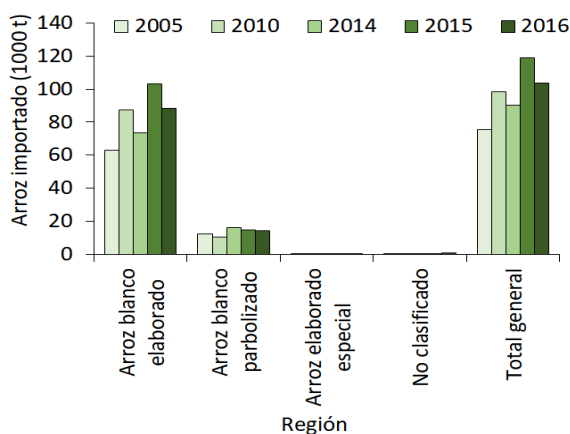


Fuente: COTRISA; García y Laval, 2020.

Figura 36. Participación anual (%) de los principales países exportadores de arroz a Chile, entre los años 2015 y 2019.

En relación al arroz importado, conviene mencionar que la industria no importa arroz paddy y tampoco adquiere valores relevantes de arroz integral, por lo cual un alto porcentaje de los volúmenes importados son productos de arroz elaborado que no requieren procesos industriales adicionales, salvo los asociados a la distribución. Dentro de estas importaciones existe un pequeño porcentaje de arroz partido, que no se destinan al consumo como producto de arroz, sino a la elaboración de la cerveza (Inostroza y Farías, 2017).

La mayor cantidad de arroz importado fue el arroz blanco elaborado, seguido por el arroz blanco parbolizado, los arroces elaborados especiales y otros productos no clasificados (Figura 37) (Espinoza y Farías, 2017).



Fuente: Espinoza y Farías, 2017.

Figura 37. Clases de arroz elaborado importado (1.000 t), en los años 2005, 2010, 2014, 2015 y 2016.

* Se excluyeron los productos destinados a la alimentación animal.

El arroz blanco elaborado incluye a los arroces con menos de 5 % de grano partido, entre 5 y 15 % de grano partido. Esta clase de arroz complementa a la producción nacional de grano blanco elaborado. En relación al arroz parbolizado, el volumen importado corresponde al 100 %

disponible en el mercado nacional, ya que en el país no se produce este tipo de arroz. En la clase de arroces especiales, se incluyen arroces de nicho y ‘gourmet’ como el basmati, arborio, jazmín, y carnaroli (Espinoza y Farías, 2017).

Es importante señalar que en los últimos años se ha producido la irrupción de empresas dedicadas a la importación de arroz que comienzan a ganar volumen, en desmedro de las empresas procesadoras que eran las que principalmente han efectuado la importación de este producto en Chile. Los antecedentes indican que las empresas del retail, prácticamente no participan en la importación directa de productos, lo que denota que prefieren adquirirlo a las empresas importadoras distribuidoras, o bien a las empresas manufactureras nacionales que también disponen de esos productos en su oferta. Las empresas importadoras/distribuidoras son las encargadas de importar, distribuir y también envasar el producto. Algunas de las empresas procesadoras actúan también como importadores y distribuidores mayoristas (Espinoza y Farías, 2017; Espinoza, 2018). En el año 2016, las principales empresas importadoras de arroz fueron Empresas Tucapel S.A., con un 22 %, Agrocommerce S.A. (13 %), Empresas Carozzi, S.A. (10 %), CV Trading S.A., (9 %), Bunge Chile SPA (9 %); Comercial Chacao (6 %), Sociedad Distribuidora de Productos Caban Ltda. (4 %); Comercializadora Vito Ltda. (4,0 %), y otras 18 empresas (Espinoza y Farías, 2017). Algunas de estas empresas se han mantenido por largo tiempo en el mercado y otras han participado sólo en un corto período (Cuadro 5).

Cuadro 5. Presencia de industrias molineras en el mercado nacional. 2005-2018.

Arrocera	Ubicación	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agroprodex Internacional S.A.	Linares																
Arrocera nacional Ltda.	Parral																
Arrocera Ñuble	San Carlos																
Arrocera Palmera	San Carlos																
Arrocera Santa Mónica	Linares																
Arrocera Vitacura Ltda.	Parral																
Arrocera Aruba S.A.	Parral																
Comercial Milanese y Cia Ltda.	Cocharcas, Ñuble																
Industrias Campo Lindo S.A.	Parral																
Empresas Carozzi S.A.	Parral, Talquita																
Arrocera Flor de Niquen Ltda.	Parral																
Gonzalo González	Parral																
Arrocera Los Llanos de Parral Ltda.	Parral																
Arrocera Mantul Ltda.	Parral																
Arrocera Orsini Hnos. Ltda.	Parral																
Productos Corán S.A.	Parral																
Agroindustrial Reina Luisa S.A.	Parral																
Comercial Industrial Santa Regina Ltda.	San Carlos																
Sebastián Cifuentes	Parral																
Soc. Comercial Aparicio y García Ltda.	Parral																
Empresas Tucapel S.A.	Retiro, San Carlos																

Fuente: : <https://www.cotrisa.cl/>. Barra en azul = potencial comprador y barra en blanco = sin información.

Finalmente, la cadena productiva cuenta con la participación del Ministerio de Agricultura, cuya actividad coordinadora se realizada a través de la Subsecretaría de Agricultura y sus instituciones: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA; Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP; Servicio Agrícola y Ganadero, SAG; Fundación para Innovación Agraria, FIA; Centro de Información de Recursos naturales, CIREN; Comisión Nacional de Riego, CNR; Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro, FUCOA; y la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria, ACHIPIA; e instituciones y servicios relacionados como el Comité de Seguros del Agro, Agroseguros; Agro Atiende; Comercializadora de Trigo S.A., COTRISA; PROCHILE; Corporación de Fomento de la Productividad, CORFO; y BANCO ESTADO (<https://www.minagri.gob.cl/>).

La actividad coordinadora del Ministerio de Agricultura se desarrolla directamente a través de la Comisión Nacional del Arroz, que fue creada en 1980, por el Decreto N°42, 2012 del Ministerio de

Agricultura, 2002 y que actúa como un ente asesor en materias relacionadas con la formulación y elaboración de políticas de producción y comercialización del arroz, y donde participan organismos y empresas del sector público y privado (Danty, 2013).

La Comisión Nacional del Arroz ha asumido diferentes funciones desde su creación. Antes del año 1993, se convocaba por asuntos coyunturales, con una o dos reuniones al año. Entre 1993 y el año 2002, su trabajo se focalizó en la reconversión arrocería y programa de mejoramiento de arroz. Entre el año 2002 y el año 2006 su principal preocupación fue el etiquetado de los productos y se elaboraron los primeros estudios de atributos para impulsar una estrategia de diferenciación del arroz. Después del año 2006, se ha focalizado en la transparencia del mercado y en la innovación, y se crearon subcomisiones temáticas como la de innovación, comercialización y la mesa campesina (Danty, 2013).

Los principales resultados de la Comisión Nacional del Arroz se pueden resumir en: a) participación activa en la fijación de normas oficiales (INN, 1989; 2003a; 2003b); b) regulación del etiquetado del producto nacional para diferenciarlo del importado, del largo-ancho y del largo-fino; c) establecimiento del indicador del Costo Alternativo de Importación (CAI), calculado por ODEPA, usado como referencia del precio del arroz pagado a los agricultores; d) definición de la Estrategia de Innovación, 2009 y 2017; y e) apoyo al ingreso de Chile al Consorcio del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego, FLAR (Danty, 2013).

Factores limitantes en la cadena de producción de arroz

A pesar de los avances tecnológicos logrados en la producción de arroz, aún existen algunos problemas importantes a resolver (Paredes et al., 2013; 2015; FIA, 2009; 2017). De acuerdo a la Agenda de innovación de la Cadena del Arroz, los factores limitantes se pueden agrupar en cuatro áreas de trabajo (FIA, 2017).

- **Ámbito productivo y tecnológico:** deficiente disponibilidad y uso de maquinaria, inadecuado control de malezas, oferta limitada de variedades más precoces, necesidad de ajustar la recomendación de fertilizantes, desconocimiento de las implicancias ambientales asociadas al cultivo.
- **Ámbito de la gestión y asociatividad:** dificultad de contar con mano de obra e insuficiencia en la gestión de la unidad productiva.
- **Ámbito de la formación y capacitación:** falta de profesionales y técnicos especializados, e instancias de formación y capacitación.
- **Ámbito de la extensión y difusión tecnológica:** insuficiente información técnica, mejorar las metodologías de la difusión de los conocimientos y prácticas de validación de la tecnología, para satisfacer la demanda existente.

Desarrollo institucional y educacional agrícola relacionado con el cultivo del arroz

En 1967, la Ley N° 16.640 transformó a la Dirección General de Agricultura y Pesca del Ministerio de Agricultura en una persona jurídica de derecho público denominada Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. Las normas y objetivos que rigen al SAG se establecen en la Ley N° 18.755 de 1989, modificada por la Ley N° 19.283 de 1994 (www.sag.gob.cl). En 1975, se crea la Comisión Nacional de Riego, persona jurídica cuyo principal objetivo es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país (www.cnr.gob.cl). La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA, es un servicio público centralizado, dependiente del Presidente de la República, a través del Ministerio de Agricultura, creada mediante la Ley N° 19.147, que fuera publicada en el Diario Oficial del 21 de julio de 1992 (www.odepa.gob.cl). Su origen se remonta a la Oficina de Presupuesto

que se transforma en la Oficina de Planificación Agrícola y, posteriormente, en la actual Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. En 1981, el Ministerio de Justicia crea el Fondo de Investigación Agropecuaria, con el objetivo de promocionar y fomentar la investigación agrícola, pecuaria, forestal y acuícola a través del financiamiento total o parcial de proyectos de investigación. Luego de una modificación a sus estatutos, se otorgó la denominación de Fundación para la Innovación Agraria, FIA, en el año 1996 (www.fia.cl). En 1982, se crea la Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro, FUCOA, como una entidad sin fines de lucro (www.minagri.gob.cl). El 2005 se crea la Comisión Asesora Presidencial denominada Agencia Chilena para la Inocuidad Alimentaria, ACHIPIA, dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y el 2011 pasa a depender del Ministerio de Agricultura (www.achipia.gob.cl). El año 2000 se crea el Servicio por el Consejo de la Corporación de Fomento (CORFO), con la finalidad de desarrollar y promover los Seguros para el Agro, y administrar un Subsidio del Estado para el copago de las Primas de los Seguros Agropecuarios. El año 2016, se crea la Comisión Asesora Nacional de Gestión Integral de Riesgos Agropecuarios, cuyo objetivo es asesorar técnicamente al ministro de la cartera en la formulación de una estrategia ministerial para la gestión integral de los riesgos que afectan a la actividad silvoagropecuaria (www.minagri.gob.cl).

En la educación agrícola se distinguen tres tipos de instituciones: universidades, institutos y centros de formación técnica y liceos agrícolas.

Universidades, que otorgan grados de licenciados, títulos de Ingenieros agrónomos y/o grados académicos.

En 1981, se crea el Instituto de Agronomía de la Universidad de Tarapacá que tuvo su origen en el año 1963 con la creación del Laboratorio de Investigación y Control de Plagas de la Universidad del Norte. El Instituto de Agronomía se transformó en la Facultad de Agronomía en el año 1998 y en la Facultad de Ciencias Agronómicas en el año 2006 (www.uta.cl). En 1982 se crea la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera (www.ufro.cl), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Talca en 1983, dando paso en 1987 a la Escuela de Agronomía (www.agronomia.otalca.cl). Recientemente, se han incorporado otras universidades en esta misma dinámica, como la Universidad Mayor, Santo Tomás, de las Américas, Católica del Maule, Católica de Temuco, de Viña del Mar, Adventista de Chile, Arturo Prat, Magallanes, O'Higgins y Aysén (www.ingenierosagronomos.cl). Las universidades que han realizado investigación en el arroz son: Pontificia Universidad Católica, Universidad de Chile, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad de Santiago, Universidad Austral, Universidad Federico Santa María.

Universidades, Centros o Institutos de Formación Técnica que otorgan títulos de técnico de nivel superior

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Católica de la Santísima de Concepción, Universidad Santo Tomás, Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei, Centro de Formación Técnica Juan Bohon, del Medio Ambiente Prodata, DUOC-UC, INACAP (www.cursosycarreras.cl).

Liceos agrícolas que otorgan el título de técnicos de nivel medio. El Instituto de Educación Rural (IER) perteneciente a la Fundación Educacional de derecho privado, cuyo origen se remonta al año 1954 (www.ier.cl) y a la Corporación del Desarrollo Social del Sector Rural, CODESSER, perteneciente a la Sociedad Nacional de Agricultura, SNA, creada en el año 1976, cuando el Ministerio de Educación traspasa algunos de sus colegios a esta Corporación (www.codesser.cl).

REFERENCIAS

- Acuña, D., García, A., Laval, E. 2018. Mayor sustentabilidad en el sector arrocero en Chile: desafío para la cadena. Departamento de Análisis de Mercado y Política Sectorial. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- Aldunate, P. 1983. Antecedentes de producción y precios, mercado internacional y nacional. p. 1-8. En Análisis técnico económico del cultivo del arroz. Programa de seminarios, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 79p.
- Aldunate, P., Pérez, R., Poblete, R., et al. 1984. Situación del sector arrocero y nuevas alternativas de industrialización. División frutas y hortalizas. Fundación Chile. Pub. Téc. N°4. 26p.
- Alvarado, R. 1990. Dosis de semilla en Arroz. Efecto de la calidad de la semilla y de algunos factores de manejo. Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile) 44:15-18.
- Alvarado, R., Gallardo, I. 1994. Influencia de la época de corte del agua al arroz (*Oryza sativa* L.) sobre el rendimiento, humedad del grano y calidad industrial. Agric. Téc. (Chile) 54:238-242.
- Alvarado, R., Grau, P. 1991. Mejoramiento del arroz en Chile por tolerancia a frío. p. 105-114. En Puignau, J. (Ed.) Diálogo XXXIII. Mejoramiento de arroz. Reunión sobre mejoramiento de arroz en el Cono Sur. 17-21 Julio, 1989. IICA. PROCISUR. Montevideo, Uruguay.
- Alvarado, R., Grau, P., Martínez, C., et al. 1993. Buli-INIA, variedad de arroz de grano fino. Agric. Téc. (Chile) 53:89-90.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 1995. Riego. p. 22-24. In Manual de producción de arroz. Programa de reconversión de suelos degradados. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 2005. Ámbar-INIA. Nuevo cultivar de arroz de grano corto y muy bajo en contenido de amilosa. Agric. Téc. 65:101-104.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 2007. Variedades, siembra, semilla certificada, dosis de semilla y época de siembra. p. 21-37. En Alvarado, R. (ed.) Arroz, Manejo Tecnológico. Boletín INIA N°62. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Alvarado, R., Hernaíz, S. 2014. Historia del cultivo del arroz en Chile. Chilean J. Agric. Anim. Sci. 30:127-138.
- Alvarado, R., Hernaíz, S., Gómez, A., et al. 1997. Brillante-INIA, nueva variedad de arroz con grano largo y translúcido. Agric. Téc. (Chile) 57:221-222.
- Alvarado, R., Lobos, C. 1986. Calidad del arroz. Caracterización de tres variedades. Agric. Téc. (Chile) 46:9-14.
- Alvarado, R., Madariaga, R., Gómez, A. 1991. Pudrición del tallo en arroz: respuesta varietal. Inv. Progr. Agrop., INIA Quilamapu, (Chile) 50:32-35.
- Alvarado, R., Ormeño, J., Cisterna, C. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada y el control de las malezas en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.). Agric. Téc. (Chile) 45:9-14.
- Alvarado, R., Pedreros, A. 1991. Presencia de arroz rojo en Chile. Agric. Téc. (Chile) 51:374-377.
- Alvarado, R., Pino, A. 1979. Arroz Ñiquén-INIA, una variedad precoz. Informativo N°6. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile. 2p.
- Alvarado, R., Pedreros, A. 2007. Arroz rojo, un problema actual. p. 127-136. En Alvarado, R. (ed.) Arroz, Manejo Tecnológico. Boletín INIA N°62. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Alvarado, R., Pino, A. 1982. Arroz Diamante-INIA. Agric. Téc. (Chile) 42:253.

- Anónimo. 1952. Volumen y valor de nuestras exportaciones de arroz. *El Campesino* 83(1):9-10.
- Anónimo. 1959. La producción agrícola y sus precios en el año 1957-1958. *El Campesino* 90:19.
- Anónimo. 1962. Un análisis sobre la producción de arroz en siete años. *El Campesino* 93(12):20-21.
- Anríquez, C. 1934. El cultivo del arroz y sus posibilidades en Chile. 204 p. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Anríquez, E., Zepeda, J. 1962. La siembra aérea del trébol en los rastrojos de arroz. *El Campesino* 93(7):39-40.
- Artacho, P., Meza, F., Alcalde, J. 2011. Evaluation of the ORYZA2000 rice growth model under nitrogen-limited conditions in an irrigated mediterranean environment. *Chil. J. Agric. Res.* 71:23-33.
- Astorga, C. 1944. Elaboración industrial del arroz Nacional. 120 p. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Bangert, E. 1953. Modernos tratamientos del Arroz. *El Campesino* 84(3):33.
- Becerra, V., Donoso, G., Hube, S., et al. 2020. Disminución de uso de agua y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI): Producción más eficiente y sostenible de arroz en Chile. *Rev. Campo Tecnol.* Abril-mayo: 21-22.
- Becerra, V., Hube, S., Donoso, G. 2018. Capacity-building training in Chile. p. 8-11. In Nagata, A. (ed.) Capacity building on management technologies for climate smart rice cultivation in the Southeast Asian and Latin American rice sector. Bangkok, Thailand. 10-12 October 2018; Parral, Chile. 15-16 November 2018. APEC Agricultural Technical Cooperation Working Group. APEC Project: ATC 01 2017A. Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC.
- Becerra, V., Paredes, M., Donoso, G. 2019. Arroz sustentable: Sistema de producción de arroz Clearfield. Boletín INIA N°397. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Becerra, V., Paredes, M., Ferreira, M., et al. 2017. Assessment of the genetic diversity and population structure in temperate japonica rice germplasm used in breeding in Chile, with SSR markers. *Chil. J. Agric. Res.* 77:15-26.
- Becerra, V., Paredes, M., Gutiérrez, E., et al. 2015a. Genetic diversity, identification, and certification of Chilean rice varieties using molecular markers. *Chil. J. Agric. Res.* 75:267-274.
- Becerra, V., Paredes, M., Rojo, C., et al. 2015b. Germoplasma de arroz utilizado en el país. p. 22-25. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. 100p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Brevis, O. 1963. Influencia de la variedad y época de cosecha en el rendimiento industrial del arroz *Oryza sativa* L. 215 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.
- Cabas, P. 2012. Tolerancia al frío en genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) al estado de plántula. 34 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de agronomía, Chillán, Chile.
- Cordero, K., Hernaíz, Z., Saavedra, F., et al. 2010. Zafiro INIA. Arroz, grano largo, alto rendimiento de campo y gran calidad industrial. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Cordero, K., Hernaíz, Z., Saavedra, F., et al. 2011a. Cuarzo-INIA. Nueva variedad de arroz grano largo ancho. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.

- Cordero, K., Saavedra, F., Hidalgo, S. 2011b. Manual de procedimientos para la medición de la calidad industrial del arroz en Chile. Boletín INIA N°230. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile. 1955. Arroz (*Oryza sativa*). p.170-174. En Agenda del Salitre. 6ª ed. Nitrato Natural de Chile. Santiago, Chile.
- Correa, L. 1938. Agricultura chilena. Imprenta Nacimiento. Santiago, Chile.
- Danty, J. 2013. Chile: La experiencia de la Comisión nacional del arroz. p.67-71. En Políticas para la agricultura en América Latina y el Caribe: competitividad, sostenibilidad e inclusión social. CEPAL, Santiago, Chile. LC/L3646.
- Dinator, R. 2015. O'Higgins huaso. Instituto O'Higiniano. <https://www.institutoohiginiano.cl/imágenes/PDF/O'higgins-huaso.pdf>.
- Dirección General de Estadísticas. 1931. Resultados del X Censo de la población efectuado el 27 de noviembre de 1930 y estadísticas comparadas con Censos anteriores. Dirección General de Estadísticas, Santiago, Chile.
- Dirección General de Estadísticas. 1933. Censo Agropecuario 1929-30. Soc. Imp. y Lit. Universo, Santiago, Chile.
- Dirección General de Estadísticas. 1938. Agricultura: Censo 1935-1936. Imp. Universo, Santiago, Chile.
- Donoso, G., Becerra, V., Uribe, H., et al. 2019. Nuevas herramientas para mejorar la gestión del agua en el sector arrocero de Chile. Tierra Adentro 111:41-46.
- Donoso, G., Cabas, P., Paredes, M., et al. 2015a. Cold tolerance evaluation of temperate rice (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*) genotypes at the seedling stage. Gayana Bot. 72:1-13.
- Donoso, G., Leyton, M., Paredes, M., et al. 2014. Relative expression of genes related with cold tolerance in temperate rice at the seedling stage. Afr. J. Biotechnol. 13:2506-2512.
- Donoso, G., Paredes, A. 2013. Efecto del clima en el rendimiento del arroz. En Programa de arroz INIA: transfiriendo ciencia y tecnología para fortalecer la competitividad del sector. Tierra Adentro, Ed. Especial. 104:7-10.
- Donoso, G., Paredes, A. 2015a. Efecto de las bajas temperaturas en el cultivo del arroz. p. 18-21. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Donoso, G., Paredes, M., Arbiza, O., et al. 2013. Cold tolerance evaluation of Chilean rice genotypes at germination stage. Chil. J. Agric. Res.73:3-8.
- Donoso, G., Paredes, M., Uribe, H., et al. 2015b. Manejo del agua: alcances y desafíos. p. 59-61. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas Agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Elgueta, L. 1955. Organización de la cooperativa de productores de arroz de San Carlos. Simiente 25:80-81.
- Espinoza, A. 2018. Valoración de productos de arroz de variedad desarrollada en Chile y su efecto en las ganancias del retail y empresas productoras. 47 p. Tesis Magíster en economía aplicada. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Santiago, Chile.
- Espinoza, A., Farías, C. 2017. La cadena del arroz en Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.

- Fedearroz. 2019. Más arroz con menos emisiones y mejor consumo de agua. *Arroz* 67 (538):37-45.
- FIA. 2009. Agenda de Innovación Agraria para la cadena del arroz en Chile. Fundación para la Innovación Agraria (FIA); Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- FIA. 2017. Agenda de Innovación Agraria para la cadena del arroz en Chile. Fundación para la Innovación Agraria (FIA); Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- France, A., Alvarado, R. 1985. Pudrición del tallo: nueva enfermedad del arroz en Chile. *Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile)* 23:12-14.
- Fundación Chile. 1983. Situación del sector arrocero y alternativas de industrialización. División frutas y hortalizas. Publicación Técnica N° 4. Santiago, Chile. 26p.
- Fundación Chile. 2015. Desarrollo de un estudio para el desarrollo de un protocolo de agricultura sustentable. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- Fundación Chile. 2017. Estudio de estándares de sustentabilidad para el sector arrocero. Fundación Chile, Santiago, Chile.
- Garcés, P. 1945. El cultivo de arroz. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- García, A., Laval, E. 2020. Arroz p. 44-60. En *Cereales: producción, precios y comercio exterior de trigo, maíz y arroz*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- Gay, C. 1846. Arroz. p. 91-92. En *Historia física y política de Chile. Agricultura. Cap. I. De los cultivos*. Museo de Historia Natural, Santiago. MDCCCLXV. 443p.
- Gerding, M. 1989. Insectos en arroz. En Alvarado R. (ed.) *Manual de producción de arroz VII región. Serie Quilamapu N°20*. p. 77-78. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Gerding, M., Grau, P. 1988. Cuncunilla en arroz (*Pseudaletia impucta*). *Inv. y Progr. Agrop., INIA Quilamapu (Chile)* 38:34-36.
- Gil, A. 2012. Dos jóvenes japoneses padres indiscutidos del arroz en Chile. *Dedal de Oro* 60:12 http://www.dedaldeoro.cl/ed60-20-21_jovenes-japoneses.html.
- Gomien, R. 1951. La mecanización en la cosecha de arroz. *El Campesino* 82(9):64.
- González, J. 2018. El cultivo del arroz. p. 663-669. En *Historia de Linares*. Municipalidad de Linares, Academia Chilena de la Historia.
- González, J., Parada, J., Paredes, M. 2013. Primer concurso de producción de arroz en Chile. En *Programa de arroz INIA: transfiriendo ciencia y tecnología para fortalecer la competitividad del sector*. Tierra Adentro, Ed. Especial 104:84-88.
- Grau, P., Cisternas, C. 1986a. Importancia de una adecuada nivelación en los campos de arroz. *Inv. Progr. Agrop., INIA Quilamapu (Chile)* 28:3-6.
- Grau, P., Cisternas, C. 1986b. Características de las variedades comerciales de arroz. *Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile)* 41:12-14.
- Gutiérrez, J. 2019. Efecto del riego intermitente sobre el cultivo del arroz. 42 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile. Facultad de Ingeniería y Agronegocios, Escuela de Agronomía, Chillán, Chile.
- Hartard, M. 1943. Arroz nacional. *El Campesino* 74 (1): 14-18.
- Hartard, M. 1948. Siembras y cosechas de arroz. *El Campesino* 79(12):27.
- Hartard, M. 1951. Siembras y cosechas del arroz. *El Campesino* 82(8):41-43.

- Hartard, M. 1952. Siembras y cosechas de arroz. *El Campesino* 83(7):111.
- Hartard, M. 1954. Nuestros cultivos y cosechas de arroz. *El Campesino* 85(5):10.
- Henríquez, R., Henríquez, G., Sepúlveda, D., et al. 2018. Manual de manejos bajo el sistema de siembra directa con taipas de arroz en Chile. Serie estudios para la innovación. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Santiago, Chile.
- Hernaiz, S., Alvarado, R. 2007a. Manejo del agua en el arrozal. p. 49-57. En Alvarado R. (ed.) Arroz, Manejo tecnológico. Boletín INIA N° 162. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hernaiz, S., Alvarado, R. 2007b. Sistematización (adecuación) de los suelos en el campo arrocero. p. 69-86. En Alvarado, R. (ed.) Arroz, Manejo Tecnológico. Boletín INIA N°62. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hernaiz, S., Alvarado, R., Chatel, M., et al. 2005. Improving irrigated rice populations for the temperate climate in Chile. p. 129-143. In Guimaraes, E. (ed.) Population improvement: A way of exploiting the rice genetic resources of Latin America. FAO, Rome, Italy.
- Hirzel, J. 2007. Nutrición y fertilización del cultivo de arroz. p. 87-103. En Alvarado, R. (ed.) Arroz, Manejo Tecnológico. Boletín N°62. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hirzel, J. 2013. Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización alternativa en el cultivo de arroz. En Programa de arroz INIA: transfiriendo ciencia y tecnología para fortalecer la competitividad del sector. Tierra Adentro, Ed. Especial. 104:22-26.
- Hirzel, J. 2015. Nuevos antecedentes en la fertilización nitrogenada. p. 43-50. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hirzel, J., Cordero, K. 2011. Fertilización del cultivo del arroz. p. 167-196. En Hirzel, J. (ed.) Fertilización de cultivos en Chile. Colección libros INIA N°28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hirzel, J., Cordero, K., Fernández, C., et al. 2012. Soil potentially mineralizable nitrogen and its relation to rice production and nitrogen needs in two paddy rice soils of Chile. *J. Plant Nutr. (Japan)* 35:396-412.
- Hirzel, J., Paredes, M., Becerra, V., et al. 2019. Nutrición y fertilización del arroz de la variedad Digua Cl en siembra directa. p. 36-44. En Becerra, V., Paredes, M., Donoso, G. (eds.) Arroz sustentable: Sistema de producción de arroz Clearfield. Boletín INIA N° 397. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Hirzel, J., Paredes, M., Becerra, V., et al. 2020. Response of direct seeded rice to increasing rates of nitrogen, phosphorus, and potassium in two paddy rice soils. *Chil. J. Agric. Res.* 80:263-273.
- Hirzel, J., Pedreros, A., Cordero, K. 2011. Efecto de dosis de nitrógeno y parcialización de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de grano y componentes de rendimiento en arroz. *Chil. J. Agric. Res.* 71:437-444.
- Hirzel, J., Rodríguez, F. 2013. Increasing nitrogen rates in rice and its effect on plant nutrient composition and nitrogen apparent recovery. *Chil. J. Agric. Res.* 73:385-390.
- Hube, S., Alfaro, M., Ramírez, L., et al. 2015. Contribución del cultivo de arroz al cambio climático. p. 4-7. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.

- INE. 1977. Arroz. p. 50. En VI Censo nacional agropecuario, 1975-1976. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INE. 2007. VII Censo nacional agropecuario y forestal. 2007. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INE, ODEPA. 1979. Encuesta nacional Agropecuaria de noviembre 1980. Año agrícola 1980-81. Programa de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Economía y Fomento y Reconstrucción. Instituto Nacional de Estadísticas. República de Chile. 7p.
- INE, ODEPA. 1980. Encuesta nacional Agropecuaria de mayo 1979. Programa de Estadísticas Agropecuarias. República de Chile. 15p.
- INIA. 2014. Qué es el INIA: Origen y actualidad. p. 17-20. En 50 años. INIA 1964-2014. Liderando el desarrollo de la agricultura de Chile. 364p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile.
- INN. 1989. Arroz con cáscara-métodos de ensayo y análisis. Norma chilena oficial NCh 1375.Of88. Primera edición 1989, Reimpresión, 1999. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- INN. 2003a. Arroz con cáscara (arroz paddy)-requisitos. Norma chilena oficial NCh 2033.Of2003. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- INN. 2003b. Arroz pulido-terminología, clasificación y requisitos generales. Norma chilena oficial NCh 1359.Of2003. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- Inostroza, A., Farías, C. 2017. La cadena del arroz en Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Santiago, Chile. 22p.
- Keller, C. 1956. Revolución en la agricultura. Zigzag, Santiago, Chile. 541p.
- Koller, E. 1958. El cultivo del arroz en la provincia de Ñuble y su terminología. p. 87-103. Boletín de Filología. Universidad de Chile. Tomo IX. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Lara, N. 2017. Inserción y crecimiento de las marcas propias en el mercado del arroz. Análisis en forma reducida. 40 p. Tesis magíster en economía aplicada. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Santiago, Chile.
- Madariaga, R., Morales, X., Alvarado, R. 1999. *Rhizoctonia oryzae-sativae* (Sawada) Mordue, agente causal de la pudrición o mancha agregada de la vaina del arroz (*Oryza sativa* L.) en Chile. Agric. Téc. (Chile) 59:77-84.
- Maldonado, I. 1986. Trazado de pretilos en siembra de arroz. Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile) 29:22-25.
- Maldonado, I., Alvarado, R. 1982. Algunos aspectos del manejo del agua en el arroz. Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile) 13:20-23.
- Mardones, J., Cox, R. 1942. La alimentación en Chile. Estudios del Consejo Nacional de Alimentación. Imprenta Universitaria, Santiago, Chile.
- Martínez, F., Muchnik, E. 1983. Arroz. p. 1-34. En Comercialización de cultivos industriales: trigo, maíz, arroz y raps/maravilla, período 1976-1982. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Ministerio de Agricultura. 1970. Producción Agropecuaria. Indicadores Agroeconómicos. Publicación N°4. Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA); Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago, Chile. p. 6, 54-56; 117-120.

- Morales, F. 2002. Evolución de los cultivos anuales en el período 1965-1988. Memoria de Título-Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. 162p.
- Morales, A. 2015. Reseña histórica de Parral. <http://www.parral.cl/parral--nuestra-historia.html>.
- ODEPA. 1976. Chile: Estadísticas agropecuarias 1965-1974. Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA), Ministerio de Agricultura. República de Chile. 379p.
- ODEPA. 1988. Estadísticas agropecuarias 1975-1987. Oficina de Planificación Agrícola. Ministerio de Agricultura. República de Chile. 622p.
- ODEPA. 2014. Evolución del consumo aparente de los principales alimentos en Chile. Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- ODEPA. 2020a. Información nacional de superficie sembrada, producción y rendimientos anuales. <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>.
- ODEPA. 2020b. Información regional de superficie sembrada, producción y rendimientos anuales. <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>.
- Olate, H. 1950. Industria del arroz en Chile y sus proyecciones económicas. Memoria de prueba para optar al grado de Licenciado Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de Chile. Memorias 11:161-222.
- Opazo, R. 1922. Arroz (*Oryza sativa* L.). p. 159. En Agricultura. Monografía cultural de las diversas plantas agrícolas. II Parte. Imprenta Santiago, Santiago, Chile.
- Opazo, R. 1939. Arroz (*Oryza sativa* L.). p. 551-567. En Agricultura. Monografía cultural de las principales plantas agrícolas susceptibles de cultivarse en Chile. Tomo II. Talleres Gráficos La Nación S.A., Santiago, Chile.
- Orrego, J. 2017. El ciclo arrocero. p. 182-183. En I. Municipalidad de Pelarco (ed.) Pelarco. Una comunidad, un pueblo...un mundo. Pelarco, Región del Maule, Chile.
- Ortega, R., Belmar, C. 1990. Efecto de la fertilización fosfatada en variedades Diamante, Oro, Perla, Quella, de arroz. Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile) 44:31-33.
- Ortega, R., Madariaga, R., Alvarado, R. 1991. Pudrición del tallo en arroz: fertilización potásica. Inv. Progr. Agrop. INIA Quilamapu (Chile) 49:19-24.
- Parada, J., Paredes, M. 2014. Agricultores arroceros obtienen rendimiento récord en Chile en Concurso Nacional de Producción. Tierra Adentro (Ed. Especial)104: 21-23.
- Parada, J., Paredes, M., Becerra, V. 2013. Actividades de divulgación: Transfiriendo ciencia y tecnología al sector arrocero del país. En Programa de arroz INIA: transfiriendo ciencia y tecnología para fortalecer la competitividad del sector. Tierra Adentro, Ed. Especial 104:43-48.
- Parada, J., Paredes, M., Becerra, V., et al. 2013. Validación de la tecnología INIA. En Programa de arroz INIA: transfiriendo ciencia y tecnología para fortalecer la competitividad del sector. Tierra Adentro, Ed. Especial 104:79-83.
- Parada, J., Riquelme, J., Paredes, M. 2015. Siembra directa en arroz. p. 28-31. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2013. Programa de arroz INIA: aportes a la producción nacional. Tierra Adentro 104: 35-39.
- Paredes, M., Becerra, G., Donoso, G., et al. 2015. Aportes tecnológicos de INIA al sector arrocero. p. 89-93. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N° 306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.

- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2020. Digua CL. Nueva variedad de arroz grano largo ancho. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2015. Aportes tecnológicos de INIA al sector arrocero. p. 89-94. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 306. 100p.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2016. Platino-INIA. Nueva variedad de arroz grano medio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu. <https://www.inia.cl/semillasinia/folletos-de-semillas/>. Consulta octubre 2020.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., et al. 2019. Digua Cl., primera variedad de arroz Clearfield para Chile. p.18-25. En Becerra, V., Paredes, M., Donoso, G. (eds.) Arroz sustentable: Sistema de producción de arroz Clearfield. Boletín INIA N°397. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, Fondef, Empresa Tucapel S.A., Empresa Carozzi S.A., Chillán, Chile.
- Pedrerros, A., Alvarado, R. 1994. Efecto de la lámina de agua en el control del hualcacho (*Echinochloa spp.*) en el cultivo de arroz. Agric. Téc. (Chile) 54:112-117.
- Pedrerros, A., Kramm, V. 2007. Malezas en arroz. p. 105-126. En Alvarado, R. (ed.) Arroz, Manejo Tecnológico. Boletín N°62. 179p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Quezada, C., Hernaíz, S., Sandoval, M., et al. 2013a. Nivelación láser y su efecto en el manejo del agua y régimen térmico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Anim. Sci. (Chile) 29:25-34.
- Quezada, C., Hernaíz, S., Sandoval, M., et al. 2013b. Efecto de la nivelación láser en las propiedades físicas y químicas de un suelo Acuic Haploxeralfs. Chil. J. Agric. Anim. Sci. 29:65-72.
- Quezada, C., Hernaíz, S., Stolpe, N., et al. 2011. Efectos del método de riego intermitente en componentes de rendimiento y manejo del agua en once genotipos de arroz. Agro-Ciencia 27:105-115.
- Quezada, C., Hernaíz, S., Vidal, I., et al. 2013c. Selection of rice genotypes (*Oryza sativa*) with high nitrogen agronomic efficiency in an Acuic Durixererts soil, central-southern Chile. Cien. Inv. Agr. 40:375-385.
- Ramírez, E., K Bastías, K., Becerra, V., et al. 2019. Evaluation of the levels and absorption of arsenic in Chilean rice according to the agronomic management. 15th Rio Symposium on Atomic Spectrometry. Mendoza, Argentina.
- Riquelme, J., Parada, J., Paredes, M., et al. 2015. Establecimiento del cultivo del arroz. p. 26-27. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. 100p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Rodríguez, J. 1951. Estudio del Arroz. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Rojas, C., Alvarado, R. 1982. Fertilización nitrogenada y fosfatada en arroz en la región centro sur de Chile. Efecto sobre los rendimientos en grano. Agric. Téc. (Chile) 42:15-21.
- Salvo, H., Paredes, M., Becerra, V. 2015. Desarrollo de una nueva variedad de arroz: Zafiro-INIA-Clearfield. p. 40-42. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.

- San Martín, J., Ramírez, C. 1983. Flora de malezas en arrozales de Chile Central. *Cienc. Inv. Agr.* 10:207-222.
- Scarlato, G. 2000. La cadena agroindustrial del arroz en los países del Cono Sur. Chile. p. 48-51. En *Trayectoria y demandas tecnológicas de las cadenas agroindustriales en el Mercosur ampliado-Cereales: Trigo, maíz, arroz. Serie Documentos N°2.* 244p. Procisur, Bid, Montevideo, Uruguay.
- Servicio Nacional de Estadísticas y Censos. 1955. Arroz. III Censo Nacional Agrícola y Ganadero. Tomo II y Tomo III. Servicio Nacional de Estadísticas y Censos, Santiago, Chile.
- Silva, C. 1937. *Cómo se cultiva el arroz. Información completa sobre siembra, cultivo y cosecha de arroz.* Ediciones Ercilla, Santiago, Chile.
- Sims, G. 1959. Esperanzas efectivas para el sembrador de arroz. Plan Chillán. Dirección General de Producción Agraria y Pesquera 12: 2-6.
- Sims, G. 1960. Nuevas variedades de arroz para Chile. Estación Experimental Chillán. Departamento Investigaciones Agrícolas. Chillán, Chile. Cartilla N°2. 5p.
- Sims, G. 1966. Esperanzas efectivas para el sembrador de arroz. Plan de Desarrollo Agrícola e Higiene Rural de Maule, Ñuble y Concepción. Plan Chillán. Año IV (12):2-6.
- Sims, G. 1969. El cultivo del arroz. *El Campesino* 100:44-71.
- Sims, G. 1983a. Técnicas en el cultivo del arroz. *Chile Agrícola* 85:270-272.
- Sims, G. 1983b. Cultivo del arroz. p. 9-16. En *Análisis técnico-económico del cultivo del arroz. Programa de Seminarios Facultad de Agronomía.* Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 79p.
- Sims, G., Alvarado, R. 1972. *Manual de Producción de Arroz.* Servicio Agrícola y Ganadero, Central de Divulgación Técnica, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu. Boletín Técnico N° 54. 127p.
- Sotomayor, E. 1954. Ensayo comparativo de abonos en arroz. 50 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Subsecretaría de Agricultura. 2011. Convenio de cooperación entre el Ministerio de Agricultura, Federación gremial nacional de productores de arroz de Chile y la Federación gremial Nacional de arroceros de Chile para la participación de Chile en el Fondo Latinoamericano de Arroces de Riego. Res. Exenta N°497. Subsecretaría de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- Subsecretaría de Agricultura. 2014. Convenio de cooperación entre el Ministerio de Agricultura, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, la Fundación para la Innovación Agraria, el Instituto de Desarrollo Agropecuario; el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, la Federación gremial nacional de productores de arroz de Chile y la Federación gremial Nacional de arroceros de Chile, la empresa Carozzi S.A., la empresa Tucapel, S.A. para la participación de Chile en el Fondo Latinoamericano de Arroces de Riego. Res. Exenta N°518. Subsecretaría de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- Theune, H. 1941. Estudio taxonómico de "nuestra semilla nacional de arroz". 109 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Tornero, S. 1872. *Agricultura General. II parte. Primera División. Cap. I.* p.213. Imprenta del Mercurio de Tornero y Letelier, Valparaíso, Chile.
- Torrealba, S. 1956. El problema del arroz en Chile. 111 p. Memoria Ingeniero comercial. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

- Tucapel, 1963. Décimo novena memoria. Arrocería Tucapel S.A.C.I. Santiago, Chile.
- Uribe, H. 1955. Ensayo de rendimiento de variedades de arroz. 42 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Uribe, H., Riquelme, F. 2015. Huella del agua en arroz. p. 62-66. En Paredes, M., Becerra, V. (eds.) Manual de producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Boletín INIA N°306. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.
- Valenzuela, J. 1956. Dosis de abonos nitrogenados y época de aplicación apropiada para el cultivo del arroz. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Villalobos, E. 1941. El cultivo del arroz y su importancia económica. 81 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.
- Villalobos, S., Silva, O., Silva, F., et al. 2001. Arroz. p. 785-786. En Historia de Chile. Tomo 4. Editorial Universitaria. Salesianos S.A., Santiago, Chile.
- Williams, E. 1957. Mejor utilización de los rastrojos de arroz con empastadas, sin deshacer los pretilos. *Simiente* 27:51.