5730

COLECCION HISTORICA

PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE ARROZ EN CHILE

CIAT
BIBLIOTECA
07 SET. 1988
64447

PROYECTO COOPERATIVO INIA-CIAT

1987

1670

PROYECTO PREPARADO POR:

PABLO A. GRAU (INIA)
CARLOS A. CISTERNAS V. (INIA)
OLGA I. MEJIA AMAYA (CIAT)
EDWARD L. PULVER (CIAT)

INDICE DEL CONTENIDO

I. INTRODUCCION

A. Situación Nacional

1. Superficie y producción

B. Aspectos Sobresalientes del Cultivo

1. Variedades que se utilizan en Chile

2. Factores climáticos

3. Prácticas Agronómicas

4. Comercialización

C. Objetivos del Plan Nacional de Arroz

1. Aspecto Varietal

2. Aspecto Manejo Agronómico del Cultivo

a. Control de Malezas

b. Fertilización

II. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA TEMPORADA 1986/87

A. Plan de Mejoramiento Varietal

B. Actividades en Chile 1986/87

C. Resultados Plan Mejoramiento Chile

1. Evaluación de tolerancia a temperaturas bajas durante la germinación.

2. Selección por características agronómicas

3. Evaluación de tolerancia a temperaturas bajas durante el período de floración
4. Análisis de Calidad

D. Actividades de Mejoramiento en CIAT
1. Metodología para evaluar tolerancia a temperaturas bajas durante la germinación
2. Metodología para evaluar tolerancia a temperaturas bajas en el estado de plántula
3. Resumen de las actividades de mejoramiento en CIAT

III. ACTIVIDADES ACTUALES DE MEJORAMIENTO

IV. ACTIVIDADES PROGRAMADAS TEMPORADA 1987/88

A. Mejoramiento Varietal
1. Temperaturas bajas en el establecimiento del cultivo
2. Temperaturas bajas en el período de floración
3. Líneas de observación
4. Ensayos de rendimiento

B. Mejoramiento agronómico
1. Actividades de control de malezas en Chile 1986/87
2. Actividades de control de malezas en CIAT 1987/88

V. ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN AGRONOMIA 1987/88

A. Control de Malezas

1. Pruebas preliminares de herbicidas no selectivos para arroz
2. Ensayos de validación de productos

B. Fertilización

VI. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

A. Realización de Parcelas Demostrativas

B. Capacitación

VII. IMPACTO DEL PROYECTO EN LA PRODUCCION

I. INTRODUCCION

El cultivo del arroz en Chile comienza a tener importancia económica a partir de la temporada 1939-1940, por lo cual se le considera como un cultivo relativamente nuevo en el país.

La superficie destinada al cultivo del arroz se ubica en las regiones VI, VII y VIII, localizadas en los 34°10' y los 36°36' de latitud sur (Figura 1), lo cual caracteriza al país como el más austral del mundo donde se cultiva arroz.

Los suelos destinados a cultivos de arroz se consideraban con anterioridad a la introducción de éste, como marginales, ya que no presentaban otra alternativa de uso agrícola, lo cual ha permitido un uso más intensivo y de mayor rentabilidad económica de ellos.

El método de siembra y cultivo empleado, es el denominado siembra en agua, con mantenimiento de lámina permanente durante todo el ciclo del cultivo, con alturas de agua que fluctuan entre 5 y 20 cms. Método similar al empleado en el Estado de California (EEUU).

Los mayores limitantes que afectan la producción de arroz en Chile son: las temperaturas bajas en el establecimiento y en el período de floración, altas infestaciones de malezas y el bajo nivel actual de fertilidad de los suelos.

Pero es necesario destacar, que las condiciones particulares del clima hacen de Chile un país con condiciones excepcionales para producir altos

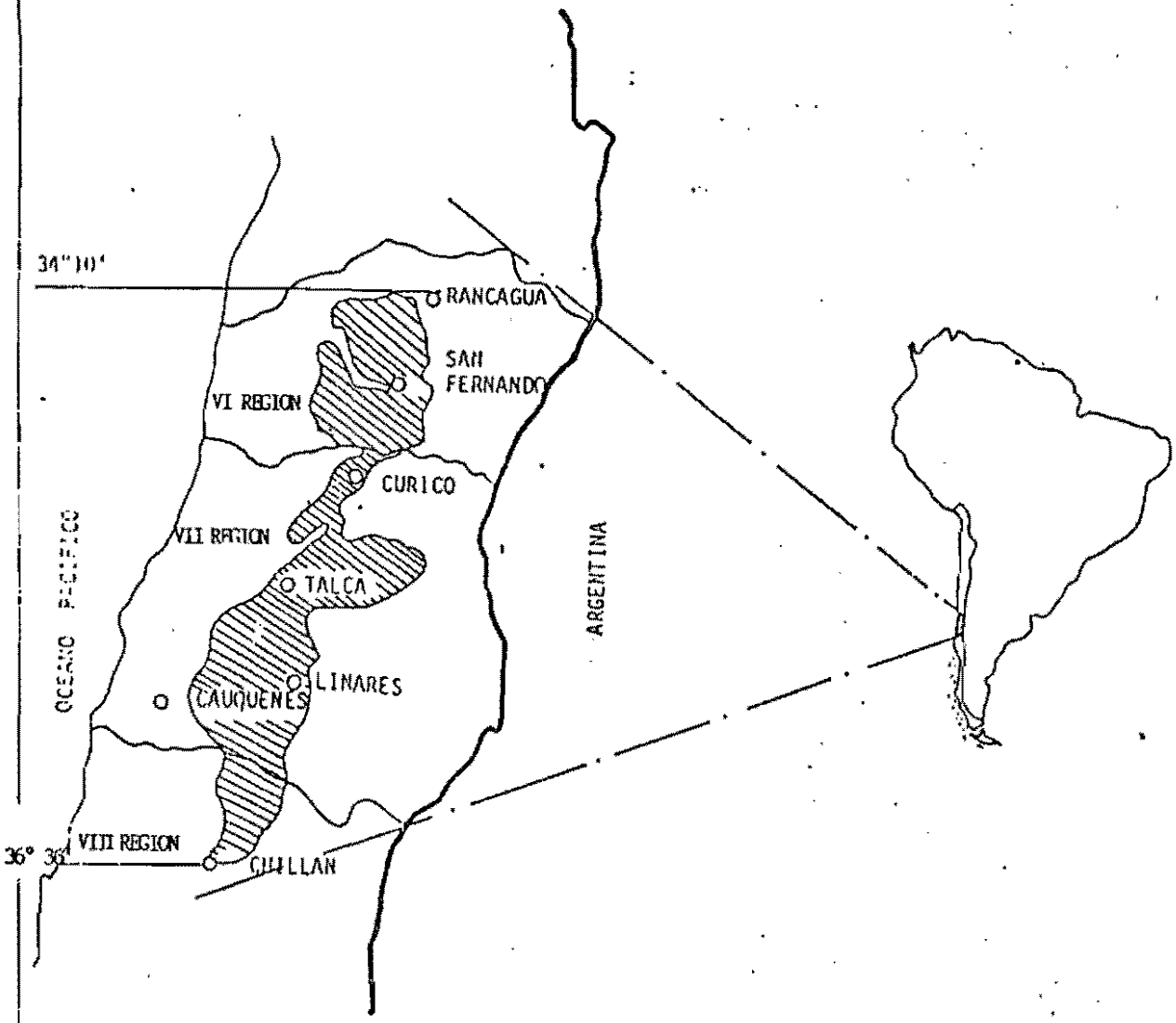

FIG 1. Principales áreas arroceras de Chile.

rendimientos; ya que no existen plagas ni enfermedades de importancia económica, todo esto unido a una alta luminosidad durante el desarrollo del cultivo.

A. Situación Nacional

1. Superficie y Producción

En sus comienzos el cultivo del arroz tuvo un desarrollo acelerado hasta la temporada 1946-1947, llegando a 47.965 hectáreas sembradas, siendo la mayor área cultivada en Chile hasta la fecha. De ahí en adelante la superficie destinada al cultivo ha presentado marcadas fluctuaciones. Durante los primeros años del cultivo los rendimientos cercanos a 4.0 tm/ha decrecieron rápidamente para llegar a un promedio de 2.6 tm/ha entre los períodos 1951-1970 (Cuadro 1). Esta disminución provocada por problemas de manejo principalmente, el uso intensivo de los suelos, deficiencias en la aplicación de fertilizantes y a un incremento de la infestación de malezas. Posteriormente, en la década del setenta se inicia la recuperación de los rendimientos llegando a 3.2 tm/ha y aumentando progresivamente hasta alcanzar las 4.0 tm/ha en la temporada de 1983-1984, situación que se mantiene en la actualidad. La recuperación de los rendimientos se debió en gran parte al uso de variedades mejoradas y como factor más importante el uso de la urea como fertilizante nitrogenado.

Sin embargo los rendimientos actuales está muy por debajo del potencial productivo. De acuerdo a la información proveniente de las

CUADRO 1. Promedios y rangos de superficie y rendimientos obtenidos en el cultivo de arroz en Chile, durante diferentes períodos.

	SUPERFICIE (has)		RENDIMIENTO (tm/has)	
Período	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1937-1940	6.941,3	2.100-13.282	3.85	3.13 - 4.29
1941-1950	30.773,9	12.937-47.965	3.38	2.46 - 3.98
1951-1960	31.253,6	23.415-38.850	2.65	1.72 - 3.20
1961-1970	28.765,0	16.190-36.680	2.62	2.08 - 3.02
1971-1980	29.665,0	13.170-47.070	3.17	2.34 - 3.38
1980-1982	33.695,0	36.960-30.430	3.68	3.55 - 3.80
1982-1983*	30.430,0		3.80	
1983-1984*	39.880,0		4.14	
1984-1985*	38.520,0		4.08	
1985-1986*	32.020,0		4.00	

(*): Los años 1982/83 al 1985/1986 no incluyen rangos (de superficie y rendimiento) debido a que la información corresponde sólo a una temporada de cultivo.

investigaciones realizadas por INIA en fincas de agricultores, es factible producir un mínimo de 6.0 tm/ha, y frecuentemente de 10.0 tm/ha, haciendo solamente uso de un adecuado paquete tecnológico (Cuadro 2).

En lo que va corrido de la presente década la producción de arroz paddy en Chile ha acusado una serie de variaciones, tanto positivas como negativas, sin una tendencia definida. Al tomar como conjunto inicial la temporada de 1980-1981, oportunidad en que se registró una cosecha de casi 100.000 tm. se aprecia un aumento en 1981-1982, una caida en 1982-1983, luego otro aumento en 1983-1984 y nuevamente una baja en 1984-1985. En este año los suministros domésticos ascendieron a 156.649 tm (Cuadro 3).

Los cambios productivos citados correspondieron fundamentalmente a variaciones en la superficie dedicada al arroz, ya que los rendimientos del período mostraron modificaciones tan sólo moderadas y casi siempre positivas. En 1984-1985 el área sembrada alcanzó alrededor de 38.520 has. cifra que revela una caida del 3.4% en relación a 1983-1984, campaña esta última que ostenta los niveles más elevados de los últimos años, 39.880 has y 165.011 tm. respectivamente. La tendencia a disminuir continúa principalmente por fluctuaciones en el precio, debido a la baja calidad del arroz nacional, problemas de agua en algunas zonas productoras y a altos costos de insumos de producción.

CUADRO 2 Rendimiento promedio (Tm/ha a 14% de humedad) de 3 cultivares de arroz, obtenidos con y sin aplicación de nitrogeno y sin control de malezas, en Chile.

Año y Localidad	Cultivar	TRATAMIENTOS			
		Sin nitrogeno Sin Control de malezas	Sin nitrógeno Con control de malezas	Con nitrógeno Sin control de malezas	Con nitrógeno Con control de malezas
1981-1982	Quella-INIA	5.4	8.2	6.6	8.9
Chillán	Oro	4.4	6.7	6.4	8.1
	Diamante-INIA	6.4	7.0	6.3	8.4
Parral	Quella-INIA	2.4	3.3	3.5	6.7
	Oro	1.7	2.0	3.8	4.8
	Diamante-INIA	1.9	3.3	3.8	4.9
1982-1983	Quella-INIA	7.0	7.6	4.4	7.8
Chillán	Oro	6.1	7.8	6.7	8.0
	Diamante-INIA	6.8	4.3	6.2	6.7
Parral	Quella-INIA	2.1	4.0	4.5	4.0
	Diamante-INIA	3.2	3.8	3.3	3.2
Talca	Quella-INIA	4.7	5.8	5.6	6.4
	Diamante-INIA	4.9	6.7	5.7	7.6
PROMEDIO		4.4	5.4	5.1	6.6

Fuente: (Alvarado y otros, Agric. Técnica-Chile)

CUADRO 3. Superficie, producción bruta y rendimiento del arroz en Chile.

Años Siembra	Superficie (miles ha)	Producción Bruta (miles tm)	Rendimiento (tm/ha)
1980	31.40	99.73	3.18
1981	36.96	131.18	3.55
1982	30.43	115.54	3.80
1983	39.8	161.51	4.14
1984	38.5	156.64	4.08
1985	32.0	128.08	4.00

Fuente: (I.N.E.)

B. Aspectos Sobresalientes del Cultivo

1. Variedades que se utilizan en Chile

La producción de arroz, con variedades mejoradas comenzó alrededor del año 1960. En la actualidad, se cultivan 3 variedades de arroz a nivel nacional. Las variedades sembradas son Oro, Quella-INIA y Diamante-INIA, y su superficie sembrada es 65%, 10% y 25% respectivamente.

La variedad Oro proviene de una selección por línea pura del arroz anteriormente denominado "Nacional", que se cultivaba en un comienzo y que era una mezcla de tipos. El arroz Quella-INIA, es una variedad creada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en la Estación Experimental Quilamapu, y es producto de un cruzamiento realizado en 1967 entre la línea avanzada RR/BL 119-1-1 proveniente de Loussiana (EEUU) y la variedad nacional Oro. Ambas variedades se caracterizan por ser granos cortos, con bastante centro blanco y baja calidad culinaria. Finalmente, el arroz Diamante-INIA, es una variedad obtenida de un cruzamiento realizado en Perú (Agostano PC/Blue Rose//RB^2/Balilla) y que se introdujo a Chile en 1962 como F_2. Cabe destacar, que la característica más relevante de Diamante-INIA es su grano largo y translúcido pero su calidad culinaria es de baja a regular. Se debe acotar que es la única variedad de grano largo adaptada y cultivada actualmente en Chile.

En los cuadros 4 y 5, se indican las características agronómicas y de calidad de las variedades mencionadas.

2. Factores Climáticos

La relación entre temperaturas y algunos estados de crecimiento, se señala en la Figura 2. En ella se observa que la floración se produce cuando las temperaturas comienzan a descender. Los datos de temperatura son un promedio de 17 años, 1964 a 1980, obtenidas en Chillán. En el mes de Octubre, la media alcanza a los 12,5°C, con un rango de 9,5°C-13.9°C. Aún cuando no se han realizado estudios acabados acerca de la influencia de la temperatura con la germinación y el establecimiento del arroz, datos obtenidos en ensayos de épocas de siembra, indican que existiría un efecto de temperatura sobre la población de plantas.

En Chile, el efecto más conocido de las bajas temperaturas es la esterilidad floral, conocida como "vanazón". El porcentaje de esterilidad varía anualmente y se considera como normal un nivel alrededor de un 10%. En la Estación Experimental Quilamapu (INIA) durante once años se ha evaluado la esterilidad de la variedad Oro, encontrándose que esta ha variado entre un 10,7% a un 22,9%.

El clima chileno, especialmente las bajas temperaturas, han sido un limitante fuerte en la introducción de germoplasma al país. Se puede inferir que el efecto negativo de las bajas temperaturas afecta al cultivo principalmente en dos etapas: a su inicio, afectando el

CUADRO 4. Características agronómicas de tres variedades de arroz cultivadas en Chile.

Variedad	Días siembra a madurez	Altura (cm)	Tamaño grano (mm)		Relación Largo/ancho elaborado
			Paddy	Elaborado	
Oro	138	94	7.0	5.5	1.9
Quella-INIA	137	94	7.0	5.0	1.5
Diamante-INIA	146	88	9.0	7.0	2.7

CUADRO 5. Características de calidad, en tres variedades de arroz cultivadas en Chile.

Variedad	Panza Blanca (rango)(1)	Amilosa (2)	Temp. de Gelatinización (3)	Consistencia de Gel (4)
Oro	9	B	B	S
Quella-INIA	1-9	B	B	S
Diamante-INIA	0-1	B	B	S

(1): Escala de evaluación estandar - IRRI : O sin presencia; 1 menos de 10%, 9 más de 20%.

(2): Bajo menor 22%, Intermedio (I) 23-26%, Alto, mayor 26%,

(3): Alta 2-3; Intermedia 4-5; Baja (B) 6-7.

(4): Suave (S) 61-100 mm; Medio, 40-60 mm; Duro 27-40 mm.

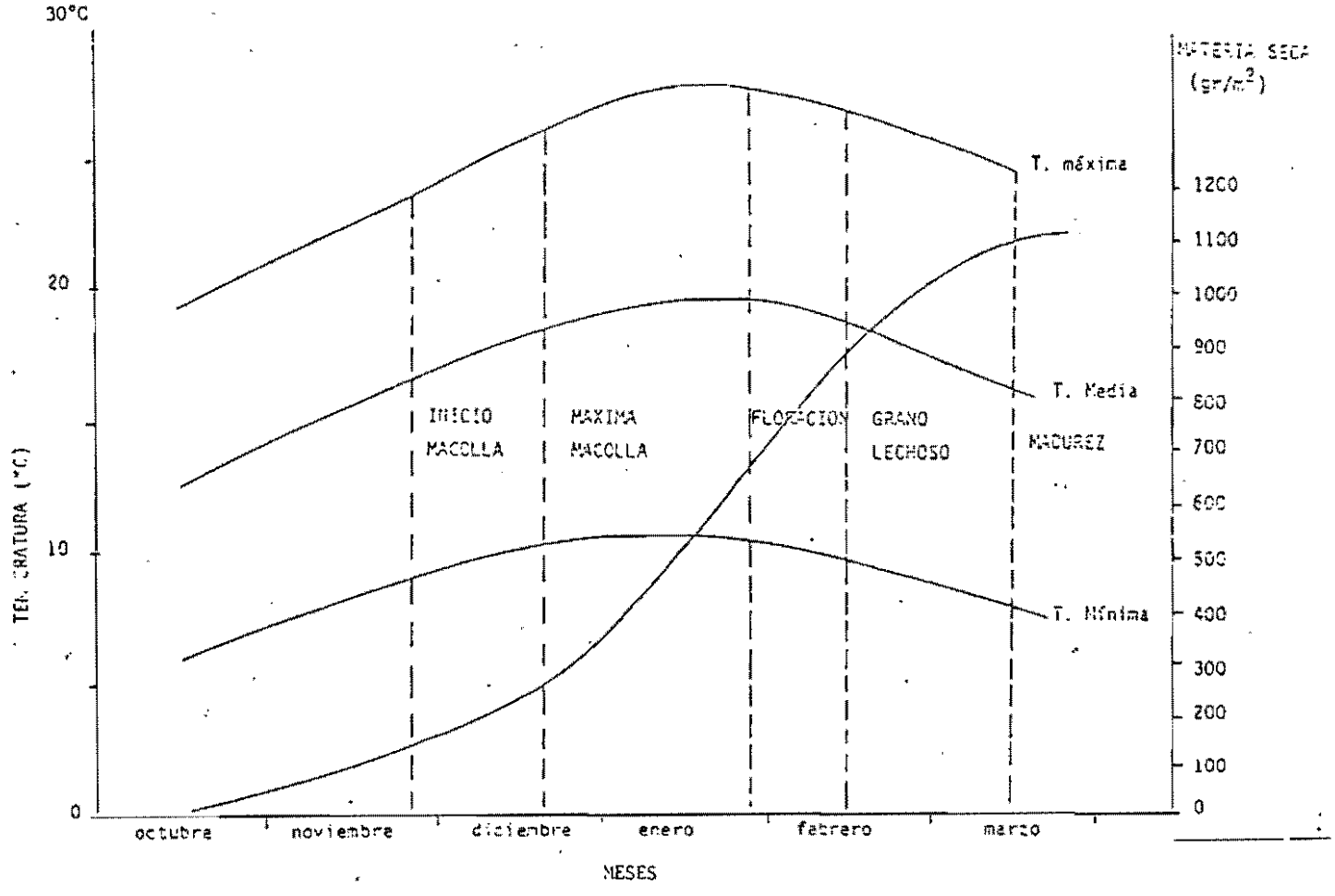

FIG. 2. Promedios mensuales de temperatura del aire y curva de crecimiento del arroz en Chile.

porcentaje de germinación de la semilla y durante el período de floración (comienzo del descenso de las temperaturas) lo que ocasiona infertilidad en las flores. Debido a esto, existe un marcado efecto de la época de siembra, a pesar de acortarse el período de siembra a madurez, la madurez es más tardía. En las siembras de Noviembre, la madurez del arroz se produce a fines de marzo o principios de abril, lo que hace aumentar el riesgo de pérdidas en la cosecha debido a una mayor probabilidad de una alta esterilidad floral (vanazón), por producirse la floración en fecha más tardía y/o a la ocurrencia de lluvias tempranas (Cuadro 6).

3. Prácticas Agronómicas

Como fué mencionado anteriormente, el cultivo del arroz en Chile ocupó suelos de menor valor agrícola. En parte, debido a lo anterior y también al desconocimiento de los agricultores arroceros del uso de prácticas mejoradas y de mayor tecnificación, ya que el método de siembra en agua no es usado en otro cultivo, esto derivó en un estancamiento en el uso de equipos modernos.

Efectivamente, la tecnología empleada actualmente en cuanto a equipos para preparación de suelos y fangueo es basada exclusivamente en tracción animal, con implementos como arados de vertedera, tablones con clavos para producir fangueo, y tablas de diferentes dimensiones con el propósito de emparejar el suelo. Finalmente para la cosecha, se emplea en un 95% la cosecha manual y trillado con máquinas estacionarias con tractor. Lo anterior, independientemente si se trata de agricultores con 20 has. o 200

CUADRO 6. Esterilidad en porcentaje, obtenida en variedades sembradas en épocas distintas. Temporada 1979/1980

	FECHA DE SIEMBRA			
Variedades	18/10/79	30/10/79	15/11/79	28/11/82
Oro	11,6	15,8	14,6	23,2
Quella	10,3	16,3	20,3	10,3
Diamante	9,9	16,3	9,3	20,9
Promedio	10,6	16,3	14,7	18,1

has; rangos en los cuales podrían dividirse los productores arroceros en Chile.

Como puede deducirse de lo señalado, la situación del productor de arroz, ha derivado en suelos mal preparados, malas nivelaciones de suelos, sectores profundos y sectores con láminas delgadas de agua o sin lámina, atrasos en las siembras, etc. y en consecuencia, rendimientos bajos.

En cuanto a malas hierbas, se presentan graves problemas por su presencia, las principales malezas encontradas en los arrozales pertenecen a las familias:

1)	Alismataceae,	Alisma plantago Var. acquática
		Alisma lanceolata
2)	Cyperaceae	Cyperus difformis
3)	Gramineae	Echinochloa crusgalli

Respecto de ésta última, es la maleza típica de ecosistemas de riego por inundación, empleados en climas de tipo templado. Esta maleza tiene la característica de inhibir su germinación y/o desarrollo al existir lámina de agua entre 5 a 7 cm. sobre el suelo, antes de que germine, o cuando su estado de desarrollo no alcance a 2 hojas. Sin embargo, debido al problema de mala nivelación de los suelos existentes en Chile, ésta maleza tiene actualmente amplia diseminación en toda el área arrocera nacional. Existen casos en que los agricultores no pueden sembrar sus lotes debido a la alta

contaminación del suelo con semillas de esta especie.

Por otra parte, el producto herbicida específico existente en el comercio en Chile para su control es el Molinate, n. comercial ORDRAM. La formulación del producto ORDRAM granulado contiene 10% de ingrediente activo y se requiere una aplicación en dosis de 40 Kg/ha. Debido a que el producto es importado de los Estados Unidos, y el costo del flete es considerable, el precio del producto en Chile es de tres veces el valor de venta en California (EE UU). El costo en el uso de este producto durante la temporada agrícola 1985/1986, fué de US $100/ha, o sea 24% del costo total de producción de arroz, y muchos agricultores deciden no comprarlo. Por otra parte debido a las malas preparaciones y nivelaciones de los suelos, la eficiencia de los herbicidas es muy baja. El producto Molinate tiene un efecto residual de 20-25 días, en consecuencia existiendo problemas de nivelación, nuevamente germina la maleza. Del mismo modo, los herbicidas a base de propanil, cuya acción es de contacto, se produce el mismo problema al quedar sólo algunas de las malezas expuestas a la acción del herbicida, a pesar de haber reducido la lámina de agua. Producto del sistema de cultivo de inundación permanente no se recomienda el drenaje de los cuadros para no estimular el crecimiento de malezas, estrés del cultivo y escasez de agua.

Además, los equipos aplicadores, son exclusivamente del tipo mochila, con una o dos salidas, normalmente con boquillas en mal

estado, malas calibraciones de productos, épocas inadecuadas, etc. Debido a ambos problemas, no drenaje y falla en la aplicación de herbicidas con productos convencionales, es necesario un método de aplicación de herbicidas al agua, que es más sencillo, rápido y de bajo costo.

Todo lo anterior ha producido que actualmente la mayor limitante del cultivo de arroz en Chile, lo constituyan las malezas. Agrava lo anterior, el hecho de que los suelos dedicados al cultivo de arroz no disponen actualmente de alternativa de uso agrícola en otros cultivos, a excepción de pastos sembrados. Ello produce una situación de monocultivo, medio ideal para la propagación de malezas específicas del cultivo y con habitat acuático.

Además como producto del uso contínuo de los suelos con un sólo cultivo, se han agotado los nutrientes de los suelos. Por otra parte, el agricultor conoce claramente que la planta de arroz responde a aplicaciones de nitrógeno, con un aumento sustancial del rendimiento. Luego el agricultor arrocero ante la alternativa de decidir si aplicar nitrógeno o controlar maleza gramínea (Echinochloa crusgalli), opta por lo más económico, fertilizar, lo que requiere menos inversión. Esto produce como resultado la conocida interacción malezas/fertilización, en ensayos agronómicos llevados a cabo por la mencionada Estación Experimental, durante varias temporadas en las VII y VIII Regiones del país, indican que si las malezas no se controlan, en promedio pueden reducir la producción en un 25%, llegándose en algunos casos al 52%. Por otro lado, se

ha encontrado que existe una estrecha relación entre el grado de fertilización utilizado y el efecto detrimental que producen las malezas.

De este modo, los resultados de la investigación indican que ambos factores van intimamente relacionados, ya que cuando se fertiliza y no se controlan las malezas adecuadamente, se pierde el efecto beneficioso de la fertilización, y cuando no se fertiliza, las malezas no son tan agresivas como cuando si se hace (Cuadro 2). A modo de resumen, se puede señalar que, el efecto de la competencia de malezas sobre el cultivo de arroz, es mayor a medida que aumenta el grado de tecnología de producción utilizado, siendo indispensable controlarlas cuando el productor tiene proyectado aplicar técnicas de alta productividad en su predio.

Referente a fertilización, es posible afirmar que al no tener los suelos otras alternativas de uso agrícola, tradicionalmente utilizadas en monocultivo y cuya única fuente de fertilización es la basada en la aplicación de fertilizante nitrogenado, se ha traducido en un agotamiento y desbalance nutricional. Además, como generalmente la forma de cosecha en Chile consiste en segar manualmente, sacar todo el material (grano y paja) llevándolo a un sitio aparte fuera del arrozal para ser trillado con maquinaria estacionaria accionada por tractor. Todo este procedimiento conlleva a sacar en la paja todos los nutrientes extraidos del suelo, especialmente potasio.

En el período 1985-1986, se detectaron problemas nutricionales en el

cultivo, especialmente en antiguas zonas productoras de arroz. Posteriormente, la temporada recién pasada (1986-1987) se efectuaron una serie de ensayos en fincas de agricultores en gran parte del área arrocera nacional, los cuales han arrojado información positiva de que existen áreas con alta respuesta a la fertilización básica de N.P.K.

4. Comercialización

El consumidor chileno destina alrededor del 2% de su gasto para alimentación al consumo de arroz; proporción similar al gasto destinado a tallarines (2.2%), aceite (2.9%), azucar (3.1%), café y té (2.3%). Los gatos totales en alimentación representan el 42% del ingreso mínimo.

El consumo per capita alcanza a 9.4 kg, cantidad que baja a 6.8 kg en las familias de más bajos ingresos y sube a 11.9 kg en las familias de altos ingresos. Estas cifras son muy bajas en comparación al consumo aparente promedio de América Latina, que según FAO es de 33 kg/habitante al año. La razón es que la gente de más altos recursos consume el arroz de mejor calidad (importado) cuyo precio es US $1/kg, dos veces mayor que el del producto nacional, y los de menores recursos consumen el arroz nacional que es de tan baja calidad y alto costo (US $0.50/kg) especialmente en términos de calidad, que la demanda es insuficiente.

El consumo aparente nacional de arroz, corresponde a la producción interna más las importaciones y menos las exportaciones. En el

cuadro 7, se puede ver la evolución del consumo aparente, con la excepción de los años 1978, y 1979, en que las exportaciones físicas superaron las importaciones medidas ambas en equivalentes de arroz elaborado.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente existe un déficit de 30.000 tm. por año, el cual es cubierto mediante importaciones. Debido a ello y a la baja de los precios internacionales, se han introducido partidas extranjeras de baja calidad, de menor precio pero aún de mejor calidad que el arroz chileno. También se comercializan en el país arroces de mejor calidad tipos Bluebelle, Bluebonnet que provienen de Uruguay y Argentina principalmente, pero su costo es muy superior al del arroz nacional, lo que hace que su consumo sea restringido a las familias de más altos recursos.

Mejorando los rendimientos con las variedades actuales, no se solucionará el problema de baja demanda, debido a la mala calidad del producto. En consecuencia, es necesario contar con un producto de calidad escogida, que sea capaz de captar las preferencias del consumidor nacional. Las características principales demandadas en este sentido están dadas por: grano largo, cristalino y buena calidad culinaria en lo que se refiere a contenido de amilosa y temperatura de gelatinización, lo cual sólo es posible de lograr a través de un buen programa de mejoramiento genético.

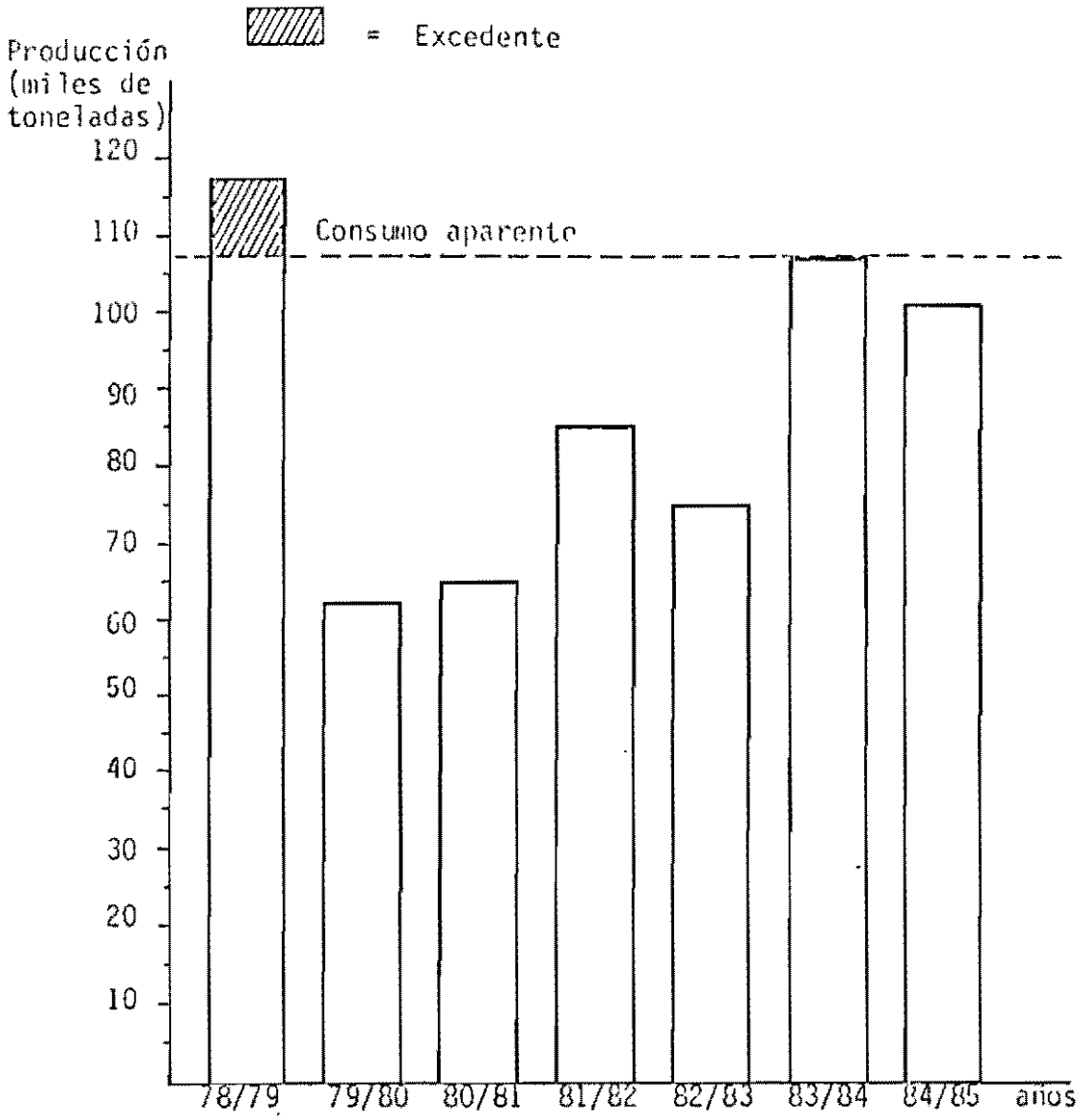

FIG. 7. COMPARACION ENTRE PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE ARROZ BLANCO EN CHILE.

C. Objetivos Plan Nacional de Arroz en Chile

El proyecto inicial contempla dos aspectos muy definidos, los cuales presentan las mayores limitaciones para la producción de arroz en Chile:

1. Aspecto Mejoramiento Varietal

Para eliminar las importaciones de arroz y aumentar el consumo nacional es necesario contar con variedades que reunan excelentes condiciones de calidad del grano.

Además de la calidad estas variedades mejoradas deben ser tolerantes al frío, enanas o semienanas, y de buen potencial de rendimiento en grano.

2. Aspecto Manejo Agrónomico del Cultivo

Debido a problemas en el manejo de los suelos, se ha llegado a la situación en que estos presentan bajo nivel de fertilidad y lo que es más grave, en altas infestaciones de malezas de habitat acuático, lo cual se traduce en que cada vez es más costoso manejar estos factores que encarecen los costos de producción.

Es necesario buscar un manejo más racional del cultivo, con el fin de que el agricultor pueda proyectarse eficientemente.

a. Control de Malezas

Desarrollar un método apropiado para que con el bajo nivel tecnológico empleado en el cultivo, puede efectuarse un control de malezas a costos inferiores a US $40/ha, sin el uso de equipos convencionales de aplicación de herbicida.

b. Fertilización

Se deben desarrollar ensayos demostrativos en fincas de agricultores, teniendo como base tratamientos de NPK y sus interacciones, usando solamente una variedad. En esta práctica se debe incluir a extensionistas y agricultores líderes para fomentar el uso de éstas prácticas dentro del manejo normal del cultivo.

II. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA TEMPORADA 1986/1987

En el proyecto elaborado la temporada 1986-1987, se establece un plan para fomentar el desarrollo de la producción de arroz en Chile, el cual contempla un programa de trabajo en mejoramiento varietal y un programa de trabajo para mejorar algunos aspectos del manejo agronómico del cultivo.

A. Plan de mejoramiento varietal

El programa de mejoramiento de arroz en Chile ha tratado por años de combinar tolerancia a temperaturas bajas de algunas variedades de origen japónico y variedades índicas que posean buenas características de calidad del grano, ya que el principal defecto del germoplasma chileno es su mala calidad culinaria; pero todo este esfuerzo no ha tenido resultados positivos.

Es así que producto de 10 cruzamientos triples efectuados en CIAT 1985, entre progenitores chilenos con tolerancia a temperaturas bajas pero de baja calidad culinaria, y la variedad norteamericana Lemont de excelente calidad culinaria, ha sido posible obtener material que reune ambas condiciones. Los diferentes cruces fueron procesados usando el método convencional de manejo de segregantes y el método de cultivo de anteras, una comparación de ambas metodologías se muestra en la Figura 3. El manejo por el método de cultivo de anteras, ofrece ventajas con respecto al sistema convencional, ya que es posible obtener material homocigoto en siete meses después de cultivar las anteras de las plantas F1. Debido a la alta homocigosidad de las plantas, las evaluaciones en

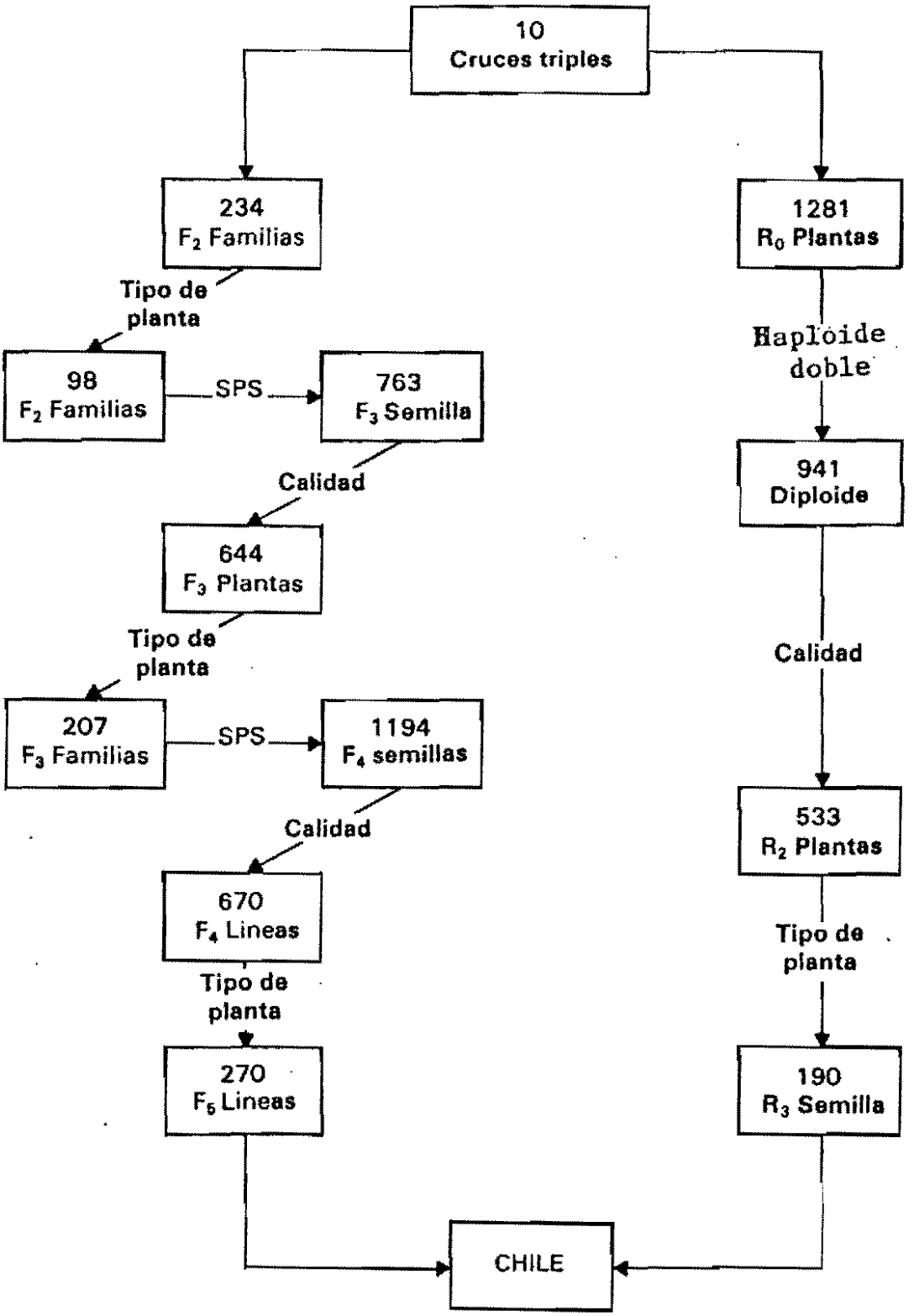

FIG. 3. Flujo de germoplasma de cruces diseñados para combinar tolerancia a temperaturas frías con buena calidad de grano empleando métodos de mejoramiento convencional y cultivo de anteras.

el campo son más eficientes y es factible luego de evaluar en parcelas pequeñas, cosechar en forma masal y continuar directamente en ensayos de rendimiento; obviándose etapas intermedias de selección y multiplicación del material. Las líneas de cultivo anteras se lograron en siete meses, mientras que las F5 del método convencional necesitaron cuatro generaciones (alrededor de 24 meses). Esta diferencia es aún más contrastante en el caso de Chile, el que por estar ubicado en la zona templada solo se obtiene una generación al año, lo cual implica de 6 a 8 años para lograr la homocigosis mediante el método convencional.

La selección del material en CIAT en ambos métodos, se basó en las siguientes características:

- Tipo de planta (enana o semienana)
- Contenido de amilosa (22-27%)
- Centro blanco (menor de 1.4)
- Tipo de grano (largo y extralargo)
- Precocidad (menos de 75 días a 50% de floración)

B. Actividades en Chile 1986-1987

La temporada recien pasada (1986-87), se sembraron en Chile las líneas provenientes de los cruzamientos utilizados. El número total de ellas alcanzó 624 líneas, las provenientes del sistema convencional (F5) y las de cultivo de anteras (R3).

Se establecieron tres fechas de siembra con dos repeticiones, con el

propósito de evaluar su comportamiento a temperaturas bajas en la germinación, a la floración y tipo de planta en siembra normal (ciclo, exerción, macollamiento, etc.). La superficie de las parcelas utilizadas fué de 0.25 m^2 en la primera y tercera fecha y 0.5 m^2 en la segunda. Se incluyeron como testigos resistentes, las variedades chilenas Oro, Diamante y Quella, Quila 67108, Quila 67103, Quila 66037 y como testigos susceptibles a temperaturas bajas las variedades índicas CICA 8 y Bluebonnet 50.

- La primera época se sembró a principios del mes de Noviembre. A pesar de que esta fecha es más tarde de lo normal (15 Octubre), las temperaturas ocurridas fueron lo suficientemente bajas para eliminar el material altamente susceptible. Sin embargo no fue suficiente para identificar el material altamente resistente.

- La segunda época, sembrada 10 días más tarde que la anterior, para evaluar el comportamiento agronómico de las líneas en condiciones normales. Las temperaturas ocurridas en este período fueron similares a la primera siembra.

- La tercera época de siembra, sembrada en dos fechas (fin de Noviembre e inicio de Diciembre) con una repetición cada una, realizada en forma tardía para evaluar la tolerancia de las líneas a temperaturas bajas en la floración y sus efectos en la esterilidad floral.

En todas las fechas de siembra, el procedimiento utilizado fué: uso de

semilla pregerminada en suelo fangueado y lámina de agua, realizándose posteriormente las prácticas de manejo habituales del cultivo del arroz en Chile. A los 10 días después de la siembra, se realizaron conteos de plantas por metro cuadrado para evaluar porcentaje de germinación del material. Posteriormente, se determinó en forma visual vigor y desarrollo de plantas.

C. Resultados Plan Mejoramiento Chile

1. Evaluación de tolerancia a temperaturas bajas durante la germinación

Se sembraron 8 testigos cada 100 entradas, 6 de los cuales correspondieron a variedades nacionales con tolerancia conocida en la etapa inicial del cultivo y dos susceptibles (Bluebonnet 50 y CICA 8). La germinación de los testigos se presenta en el Cuadro 8 y es claro que el establecimiento de los testigos resistentes fué dos veces mayor que las variedades susceptibles (238 vs 116 plantas/m^2). Sin embargo, en condiciones normales de Chile durante la siembra la germinación de estas variedades susceptibles hubiese sido mucho menor (llegando hasta 0). Por eso la evaluación fué útil solamente para identificar material altamente susceptible y no material resistente. Otro factor negativo que influyó en las evaluaciones, fué la relativamente alta variabilidad en las observaciones de la misma variedad (C.V. = 39%). En promedio los testigos resistentes tuvieron una población de 238 plantas/m^2 y estadísticamente cualquier material que tiene entre 138 y 338 es

CUADRO 8. Germinación de 8 variedades (6 resistentes a temperaturas bajas susceptibles) sembradas en 28 sitios distribuidos entre el material bajo evaluación a una densidad de 100 kg/ha (Chile 1986).

Variedad	Germinación (No. de plantas/m^2)	Error estandar Promedio
Quila 67103	276	39
Diamante	266	36
Oro	256	35
Quila 67108	217	26
Quella	216	39
Quila 66304	196	30
Bluebonnet 50	139	31
CICA 8	86	23

Promedios: Testigos resistentes = 238

Testigos susceptibles = 116

C.V. = 39.0

similar al testigo resistente. En consecuencia el material que germinó menos de 138 plantas fué eliminado por la alta susceptibilidad.

El factor que afectó principalmente esta evaluación fué la desnivelación de los lotes, resultando en gran diferencia de la lámina de agua sobre las parcelas. En la próxima temporada es necesario preparar el lote con anticipación, usar cuadros de un tamaño adecuado y lo más importante efectuar una buena nivelación. En esta forma se mantendrá un nivel de agua uniforme y constante sobre las parcelas, lo que permitirá evaluar eficientemente el material.

En la evaluación de 624 líneas (con 4 repeticiones) el 44% o 277 de ellas germinaron igual o superior a los testigos resistentes. La distribución de estas entradas está representada en la Figura 4, en la cual se observan 194 líneas intermedias que en la actualidad no es posible apreciar si son resistentes o susceptibles.

2. Selección por Características Agronómicas

El régimen térmico estival en esta temporada en Chile fué extremadamente caluroso y anormal, las temperaturas ocurridas entre los meses de diciembre a marzo, fueron alrededor de un 10% superiores a las de un año normal (Cuadro 9). Registrándose muchos días con temperaturas cercanas a los 35°C, consideradas

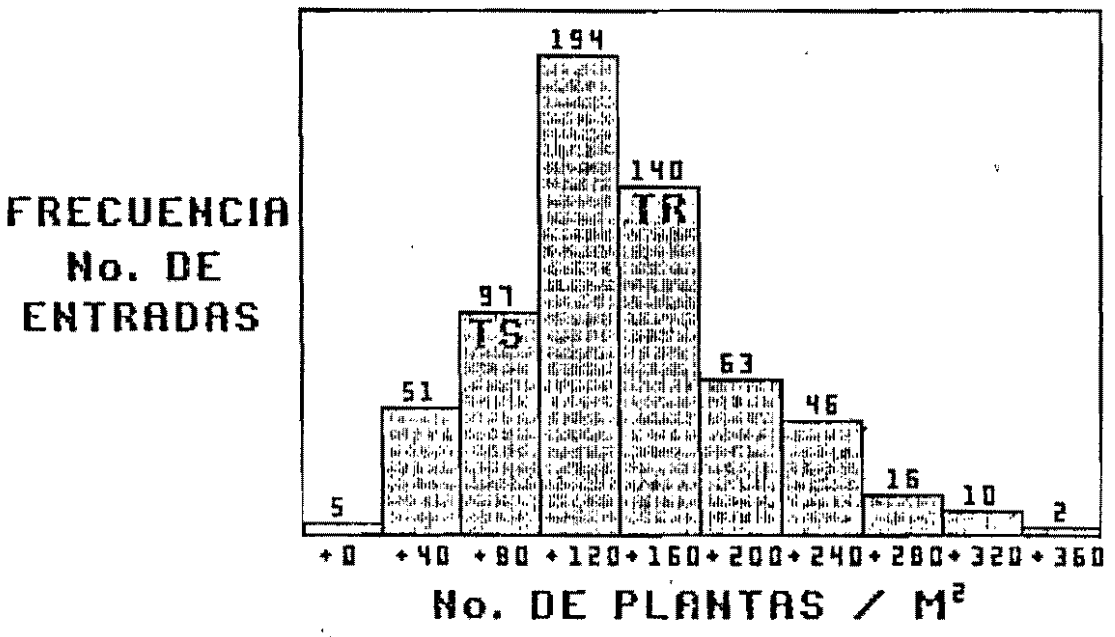

Fig. 4. Germinación en el campo en Chile 1986/87

altas para el cultivo, con importantes repercusiones en el desarrollo y producción de arroz. En consecuencia, la variedad Oro que generalmente tiene un ciclo de 140 días, maduró aproximadamente a los 125 días. La mayoría de las líneas en evaluación presentó un ciclo alrededor de los 135 días que significa que son un mínimo de 10 días más tardía que Oro. Sin embargo, en un año normal no es posible definir si el comportamiento de estas líneas será 10 días más tardías que Oro, con lo cual se eliminaría mucho material, o mantendran un comportamiento estable y su ciclo continuará alrededor de los 135 días.

A pesar de estos factores negativos, se seleccionaron 125 líneas que presentaron mayor vigor que Oro, principalmente macollamiento, granos largos y buena exerción de panícula. De estas 125 líneas, 51 provienen de cultivos de anteras y 74 del método convencional. Sin embargo, la mayoría de estas 74 fueron selecciones individuales del mismo F_4.

La altura de la variedad Oro es mayor en Chile que cuando es sembrada en CIAT. Por ello los mejoradores de CIAT seleccionaron plantas en CIAT similares a Oro, pensando en que estas tendrían igual o mayor altura que en Chile. Sin embargo, la mayoría de las líneas bajó su altura en Chile en contraste con Oro. En el futuro los fitomejoradores de CIAT deben tener mayo flexibilidad en el criterio de elegir los tipos de las plantas.

CUADRO 9. Comparación de promedios mensuales de temperatura (°C) y evaporación entre un año normal (promedio 15 años) y la temporada de arroz 1986-87 en Chile 1/.

	Temperatura máxima		Temperatura mínima		Temperatura media		Evaporación (mm)	
	A.Normal 1/	86.87 2/	A.Normal	86.87	A. Normal	86.87	A. Normal	86.87
Octubre	18.8	22.1	5.9	9.2	12.4	15.7	113.1	113.08
Noviembre	22.8	21.4	8.1	7.8	15.5	14.6	163.4	133.10
Diciembre	21.8	26.6	9.9	10.5	17.0	18.6	205.6	211.24
Enero	27.9	30.1	10.6	11.4	19.3	20.7	243.9	265.47
Febrero	27.3	29.8	9.7	11.1	18.5	20.4	190.3	208.87
Marzo	24.9	27.2	8.3	9.9	16.6	18.6	136.7	175.14

1/ U. de Concepción-Chillán (36°34'L.S.)

2/ Meses Octubre, Noviembre, Diciembre 1986 y Enero, Febrero, Marzo, 1987.

3. Evaluación de tolerancia a temperaturas bajas durante el período de floración

Como fué explicado en la introducción, la tolerancia a temperaturas bajas durante la floración es un prerequisito que debe tener cualquier variedad para que exprese un buen potencial productivo en Chile. La evaluación en el campo para tolerancia a temperatura baja en esta etapa es muy difícil, debido a que las líneas tienen diferentes fechas de floración y la temperatura sufre marcadas oscilaciones. Para prevenir el escape de algunas líneas y para asegurarse que todas ellas sean expuestas al estrés de la temperatura es necesario tener múltiples siembras con la mayor frecuencia posible. Por eso es difícil evaluar bastantes líneas en esta etapa, solo es posible manejar un número reducido. Es conocido que la tolerancia a temperaturas bajas durante la germinación esta controlada genéticamente diferente a la tolerancia durante la etapa de floración, sin embargo cualquier variedad adaptada a Chile debe presentar ambas tolerancias. En consecuencia, el mejor método es evaluar tolerancia a temperaturas bajas en estado temprano, ya que es más fácil y posteriormente el material de mejor comportamiento se evaluará por tolerancia a temperaturas bajas durante la floración.

El plan de 1986-1987 consistía en evaluar todos los materiales por tolerancia a temperaturas bajas en la etapa de germinación y evaluar solamente el material sobresaliente en 1987-88. Por ello en esta temporada, deberá haber énfasis especial para evaluar la tolerancia a temperatura baja en la floración, ya que no existe información respecto

al comportamiento del material en este estado.

4. Análisis de calidad

En CIAT los fitomejoradores están seleccionando material para Chile con bajo centro blanco, grano largo y contenido de amilosa en un rango amplio (22-27%). El mercado chileno prefiere material con amilosa del orden de 25-27%, similar a Bluebelle (27%). La selección por amilosa no fué demasiado estricta debido a que hay datos preliminares indicando que el contenido de amilosa sube en el orden del 2-3% de clima tropical a clima de temperaturas templadas.

El material cosechado en esta temporada en Chile, se comparó con el mismo material cosechado en CIAT, las oscilaciones de los datos de contenido de amilosa se presentan en al Figura 5. Estadísticamente la correlación es significativa (R^2 = 0.68, n = 51) para las líneas de cultivo de anteras y R^2 0.46, n = 248 para el grupo total de método convencional y cultivos de anteras). Los datos utilizando cultivos de anteras es el único válido, ya que es material fijado y no está sujeto a cambios como sucede el material proveniente del sistema convencional en el cual se comparan diferentes generaciones (F_4 vs F_5). La regresión fué para todas las entradas $\hat{Y} = 0.59\ X + 11.06$ en la cual Y = contenido de amilosa en Chile y X = contenido de amilosa en CIAT. Generalmente, podemos asegurar que el contenido de amilosa está subiendo en el orden de 2% aproximadamente en Chile en comparación con CIAT.

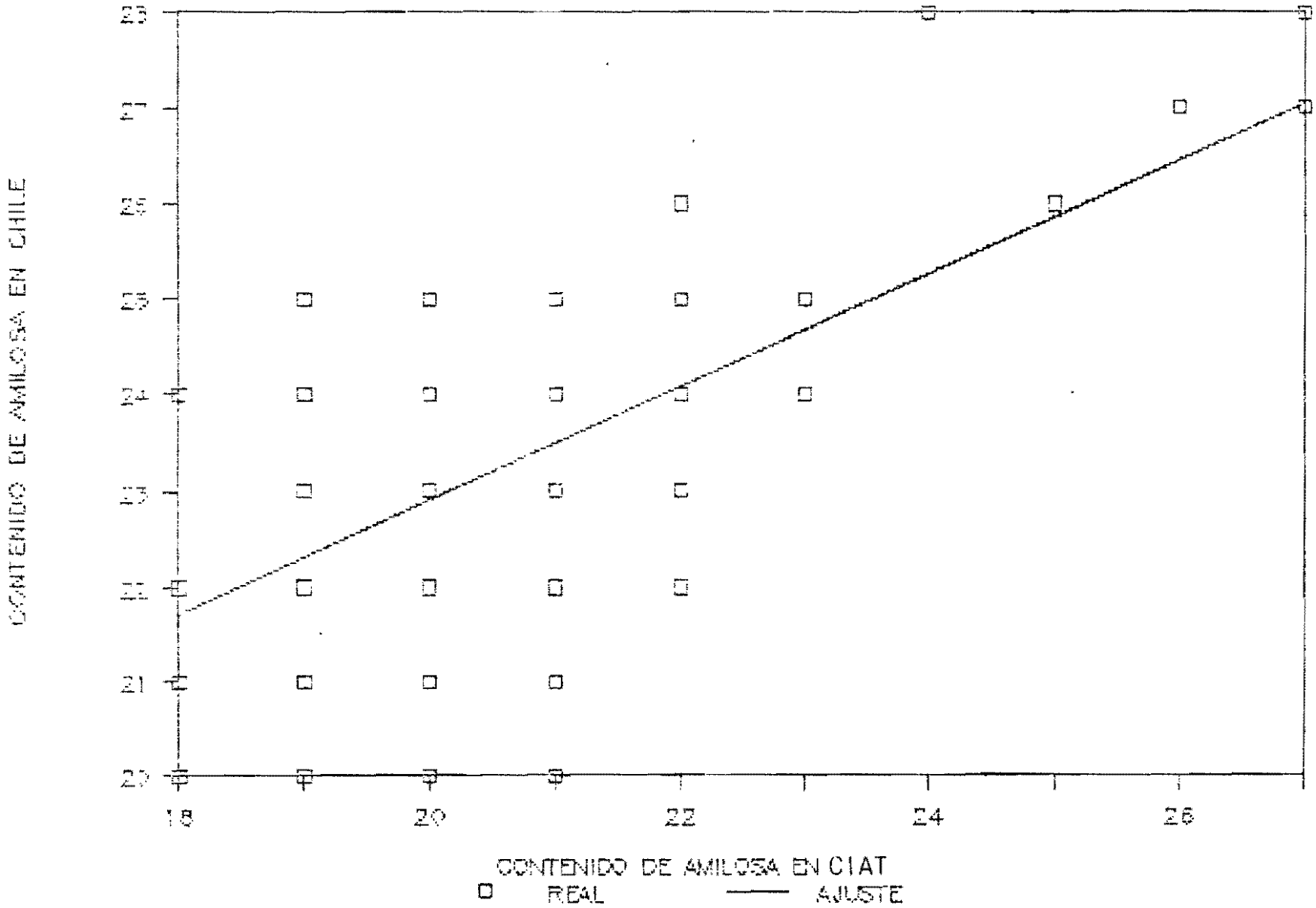

FIG. 5. Relación del contenido de amilosa en Chile en CIAT (1987/88).

D. Actividades de Mejoramiento en CIAT (1986-87)

Como se explicó anteriormente existen dificultades para evaluar tolerancia a frío en el campo, estas dificultades derivadas de condiciones ambientales fluctuantes e incontrolables, y fallas en el manejo de los lotes, con lo cual se obtiene información errática e inconstante en gran cantidad de ocasiones. También hay que agregar que debido a las condiciones de una cosecha anual en Chile, se debe esperar la temporada siguiente para revalidar la información.

1. Metodología para evaluar tolerancia a temperaturas bajas durante la germinación.

En CIAT (1986-87) se desarrolló un método que permite evaluar la resistencia o susceptibilidad de los genotipos a temperaturas bajas en la germinación, en forma eficiente, utilizando condiciones controladas, fácil manejo de una gran cantidad de material y posibilitando la reconfirmación de resultados.

A partir de un ensayo preliminar, utilizando semilla pregerminada (3 mm de coleóptilo) sometida a 5°C en diferentes períodos de incubación (Cuadro 10), y sembradas posteriormente en bandejas con suelo fangueado. Evaluándose posteriormente la emergencia y sobrevivencia de las semillas a los seis días.

CUADRO 10. Efecto de someter semillas pregerminadas de 6 variedades de arroz a 5°C, por diferentes períodos sobre la emergencia después de 7 días de ser removidas a temperatura ambiente (CIAT-1986).

	Tiempo a 5°C (días)			
Variedad	2.5	5.0	10	15
	% Emergencia			
Q-66304	100	98	99	96
Caloro	96	57	94	82
Q-64117	100	95	97	80
Diamante	100	95	94	80
CICA 8	92	43	32	4
IR 8	60	59	73	5

Valor Tukey ($P \geq 0.5$) = 23.9

C.V. = 12.15

Se incluyeron como testigos resistentes las líneas chilenas Quila 66304, Quila 64117 y la variedad Caloro (USA) y como susceptibles las variedades índicas CICA 8 e IR8.

Producto de este ensayo preliminar se determinó adoptar 5°C y 15 días como temperatura y tiempo suficiente para evaluar el germoplasma desarrollado para Chile. Observándose la alta susceptibilidad del material índico, lo cual confirma y garantiza la efectividad de esta evaluación.

En la Figura 6, se muestra que 189 líneas fueron similares o superiores con respecto de los testigos resistentes, 271 líneas manifestaron susceptibilidad y 164 de comportamiento aceptable, basandose en que menos de 70% de germinación del testigo resistente se traduciría en densidades demasiado bajas. Sin embargo, solo es posible evaluar la tolerancia en términos de sobrevivencia y germinación, no en cuanto a vigor y desarrollo posterior. Pero este método es de gran ayuda para desechar gran cantidad de material susceptible y en las etapas o pruebas posteriores se trabajará con el material de mejor respuesta cuyo número ya es menor.

La correlación de la información de Chile con los datos obtenidos en CIAT es baja, posiblemente debido a que con el método CIAT, solo determina sobrevivencia y no el desarrollo posterior medido en términos de vigor y elongación.

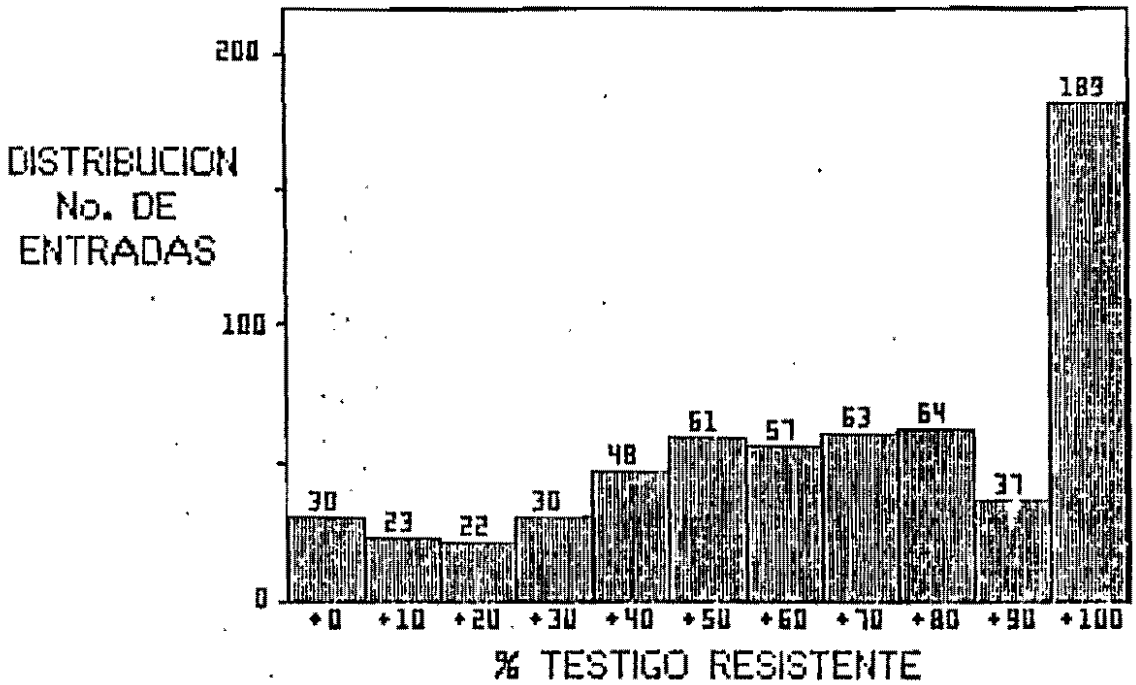

Fig. 6. Efecto de someter semilla pregerminada a 15°C por 15 días, CIAT 1986/87.

2. Metodología para evaluar tolerancia a temperaturas bajas en el estado de plántula

Frecuentemente luego de establecido el arroz (estado 3 hojas) ocurren temperaturas frías que provocan estancamiento en el crecimiento, pudiendo recuperarse las plantas cuando las condiciones favorables de temperatura se reestablecen, pero generalmente suelen ocurrir daños en los tejidos de las plántulas y su posterior muerte. Esto se traduce en los problemas de bajas densidades de población que hay actualmente en los arrozales de Chile.

Debido a ello similar al proceso de evaluación para semilla pregerminada se establecieron en CIAT ensayos preliminares para evaluar en laboratorio bajo condiciones controladas la resistencia o susceptibilidad a bajas temperaturas en este estado.

A partir de semilla pregerminada sembrada en bandejas con suelo fangueado, la cual en el estado de plántula (3 hojas) se ubicó a 13°C por un período de seis días para evaluar el porcentaje de sobrevivencia (Cuadro 11). Se utilizaron las variedades chilenas y Fujisaka (Japón) como resistentes a temperaturas bajas, además Caloro y Lemont (USA) con resistencia moderada y CICA 8, Oryzica 1 e IR8 (Colombia) como variedades susceptibles. Las variedades chilenas muestran alta resistencia a temperaturas bajas con excepción de Oro que se muestra irregular. Las variedades colombianas de origen índico, muestran alta susceptibilidad lo que confirma la validez del método.

El material desarrollado para Chile fué sometido a esta evaluación, cuya distribución respecto al porcentaje del testigo resistente se observa en la Figura 7, de las cuales 173 líneas responden en forma similar o superior a los testigos resistentes, 240 se comportan aceptablemente y 211 líneas muestran gran susceptibilidad a bajas temeperaturas en el estado de plántula.

La correlación de los datos obtenidos en las evaluaciones de tolerancia a temperaturas bajas a la germinación y al estado de plántula es baja y al comparar ambas con los datos de Chile es aún menor.

La correlación negativa de estas evaluaciones se explicaría a que el vigor de la semilla estaría controlada por genes diferentes al de estados más tardíos (plántula) que se expresan en forma diferente, ya que si bien hay genotipos que germinan bien, su habilidad para crecer bajo una lámina de agua puede ser diferente en cuanto a vigor y elongación.

3. Resumen de las Actividades de Mejoramiento en CIAT

Sabemos que la temperatura afecta el crecimiento y desarrollo de la planta de arroz, además que en las distintas etapas del cultivo los requerimientos térmicos son diferentes. La metodología desarrollada en CIAT, permite evaluar eficientemente la tolerancia a temperaturas bajas en las primeras etapas (germinación a tres hojas), aunque la correlación entre ambas no es positiva, pero existe material que posee buen comportamiento en ambos estados.

CUADRO 11. Sobrevivencia de plantas de 12 variedades sometidas a 13°C por 6 días cuando tienen 3 hojas (CIAT-1986).

Variedad	Sobrevivencia
	%
Diamante	99
Quila 65101	99
Quila 67103	96
Quila 66103	93
Quila 64117	89
Fujisaka	83
Oro	76
Lemont	73
Caloro	72
CICA 8	56
IR 8	7
Oryzica 1	0

Valor Tukey ($P \geq 0.5$) = 37.1

C.V = 12.18

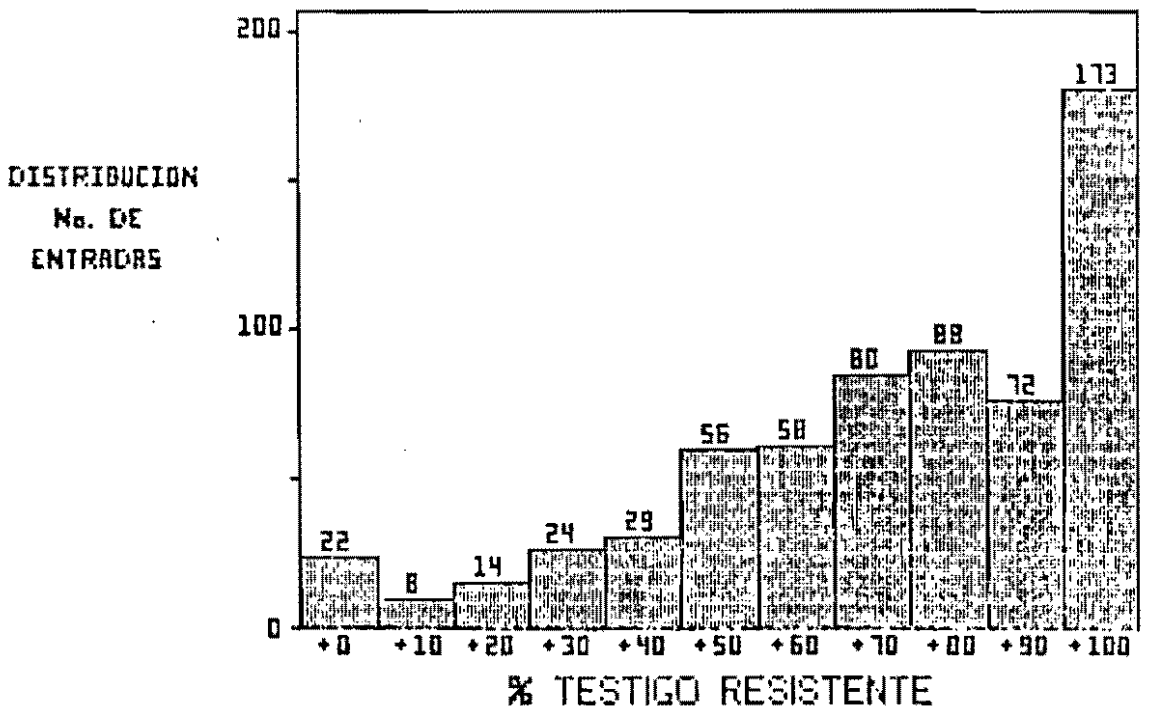

Fig. 7. Comportamiento de 624 líneas sometidas a 13°C por 6 días en estado de 3 hojas. CIAT 1986/87.

Referente a la información de Chile, se debe mejorar la metodología con que se realizaron las evaluaciones en el campo; manejo y observaciones fundamentalmente, todo ello para validar y correlacionar eficientemente con los datos obtenidos en CIAT.

Debido a que existen genotipos que presentan tolerancia a ambos estados, se debe conformar y correlacionar con la respuesta a tolerancia a temperaturas bajas en desarrollo (elongación sobre lámina de agua) y posteriormente a la floración.

Como probablemente varios genes diferentes controlan la tolerancia a temperaturas bajas en los diferentes estados, se debe continuar las pruebas, seleccionando aquellos genotipos de buen comportamiento en las dos primeras etapas (CIAT), y que luego (Chile) emergan a través del agua, pero que no se alargen excesivamente, macollen bien y produzcan rendimientos normales a superiores.

III. ACTIVIDADES ACTUALES EN MEJORAMIENTO

A partir del material seleccionado en Chile y la información de CIAT, se han comformado cinco grupos de trabajo:

- Selección por características agronómicas en Chile, que consta de 232 entradas. Se analiza centro blanco, contenido de amilosa, dispersión y se evalúa a temperaturas bajas. Además, se ha sembrado para seleccionar y multiplicar el material.

- Selección por tolerancia a temperaturas bajas basados en datos de Chile y CIAT, analizandose solamente en calidad culinaria, consta de 126 entradas.

- Material de mejor comportamiento en Chile, por tolerancia a temperaturas bajas y características agronómicas. Además de líneas de cultivo de anteras de alto rendimiento y excelente calidad obtenidas en CIAT. Se realizan análisis de calidad, tolerancia a temperaturas bajas y multiplicación del material; constando de 107 entradas.

- Selección basada especialmente en contenidos altos de amilosa (24-28%) del material enviado a Chile y analizándose las características de calidad, temperaturas bajas y multiplicación del material, se evaluan 127 líneas.

- Material proveniente del método convencional, el cual no ha sido evaluado en Chile. Se multiplica para posterior selección, y se continúa con análisis de calidad y tolerancia a temperaturas bajas.

Cuando los resultados de análisis de calidad y las evaluaciones de las pruebas de tolerancia a temperaturas bajas de estos grupos estén determinados, se seleccionarán aquellos de mejor respuesta. Aprovechando la mutiplicación simultánea de semillas, se enviarán a Chile para nuevamente ser evaluadas en las actividades programadas para esta temporada.

IV. ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN MEJORAMIENTO TEMPORADA 1987-1988.

A. Mejoramiento varietal

En Chile se contempla evaluar todo el material seleccionado por los diferentes procesos en la temporada anterior, a temperaturas bajas en el establecimiento y a la floración del cultivo.

1. Temperaturas bajas en el establecimiento del cultivo

Se proponen 3 fechas de siembra, utilizando tamaño de parcelas de 0.5 m^2 con 2 repeticiones. Se deben incluir testigos cada 40 entradas para permitir evaluaciones eficientes.

- Fecha 1: siembra muy temprana (primeros días de octubre), para evaluar el material a temperaturas más bajas de lo normal y que pueden ocurrir en años anormales. Durante el transcurso se tomarán las siguientes notas:

  Porcentaje de germinación bajo agua
  Número de plantas
  Vigor de la planta
  Tolerancia al frío
  Habilidad de elongación

- Fecha 2: (10 al 15 de octubre) siembra normal que permitirá evaluar el comportamiento de las líneas con temperaturas

normales. Además de determinar las siguientes características agronómicas de las plantas:

Número de plantas/m^2
Habilidad de elongación
Vigor de plántula
Habilidad de macollamiento
Fecha de floración
Altura
Exerción
Desgrane
Madurez

- Fecha 3 (25 a 30 de noviembre), siembra tardía con el propósito de realizar una evaluación preliminar de la tolerancia a temperaturas bajas en la floración y sus efectos en la incidencia de esterilidad floral. Se deben tomar notas para medir este efecto. Además de las evaluaciones programadas para la fecha 1.

2. Temperaturas bajas durante el período de floración

Debido a los problemas que representa evaluar eficientemente una gran cantidad de material en esta fase, solamente se evaluarán las líneas de mejor comportamiento en la etapa de germinación. En 6 fechas diferentes de siembra, se sembrará en almácigos el material seleccionado en la etapa de germinación, luego se

transplantarán a 2 surcos de 5 mt. de largo por línea. Las fechas de siembra se realizarán calculando que la floración ocurra en el período de descenso de las temperaturas (1 al 15 de febrero). Obteniendo así una fuerte presión de frío en esta época.

Se sembrará en 6 fechas:

- 2 de noviembre 1987
- 9 de noviembre 1987
- 16 de noviembre 1987
- 23 de noviembre 1987
- 30 de noviembre 1987
- 6 de diciembre 1987

Se deberán tomar notas de esterilidad floral, exerción y plantas/m^2.

3. Líneas de Observación

En fecha de siembra normal (15 de octubre) se sembrarán todos los genotipos seleccionados en los análisis de CIAT provenientes de Cultivos de Anteras y Método Convencional, utilizando un tamaño de parcelas de 6.25 m^2, una sóla repetición. Su objetivo será evaluar este material en condiciones normales, su adaptabilidad y comportamiento con respecto de los testigos nacionales. Es necesario realizar las evaluaciones indicadas en la fecha 2 para temperaturas bajas.

4. Ensayos de rendimiento

En fecha normal de siembra (15 de octubre) se sembrará el mejor material proveniente de cultivos de anteras, que se haya presentado en la temporada anterior aceptable en calidad y tolerancia a temperaturas bajas, Estos serán probados en la Estación Experimental de Quilamapu y en fincas de agricultores del sector arrocero. El tamaño de parcelas será de 10 m^2, con 3 repeticiones, incluyendo los testigos nacionales más representativos. Las evaluaciones a medir serán las mismas de la fecha 2 para temperaturas bajas, además de determinar rendimiento final.

Tanto para las pruebas de tolerancia a temperaturas bajas, como para los ensayos de rendimiento, se debe realizar manejo adecuado del material, el cual debe incluir lo siguiente:

Nivelar a adecuadamente los cuadros a utilizar, con fertilización básica (NPK), buen control de la lámina de agua, y un eficiente control de malezas.

B. Mejoramiento Agronómico

La competencia de malezas es el principal factor agronómico que se encuentra afectando la producción de arroz en Chile. Es así, que como se mencionó anteriormente controlar las malezas alcanza el 25% de los costos. Situación más destacable aún si se piensa que este costo es

imputable a un sólo producto principalmente, utilizado para el control de Echinochloa crusgalli.

La mayoría de los herbicidas usados en arroz se activa cuando son aplicados sobre lámina de agua, aumentando su acción herbicida. También la aplicación del herbicida al agua es muy sencilla, rápida y de menor costo; sobre todo si se piensa que en el país existen problemas con el uso de equipos convencionales para aplicar herbicidas en forma terrestre. En Septiembre de 1986 se efectuaron en CIAT/Palmira, las primeras selecciones de productos no selectivos para arroz aplicados directamente del envase sobre la lámina de agua. Estudio conducente a buscar fuentes de menor costo y eficientes para el control de malezas.

La metodología desarrollada consiste en: preparar el suelo, germinar las semillas de malezas, luego inundar cubriendo totalmente las malezas y finalmente rociar el producto. Además, se incluyó el drenaje y no drenaje del agua, con seis días de permanencia del producto con el agua para desactivar la acción fitotóxica postemergente del herbicida sobre el arroz.

1. Actividades de Control de Malezas en Chile 1986/87

En la Estación Experimental Quilamapu la temporada recién pasada, se realizó una prueba preliminar de selección de herbicidas no selectivos para control de malezas en arroz, utilizando el sistema desarrollado en CIAT.

Se seleccionaron 15 productos, 12 de ellos disponibles en el mercado que son utilizados en otros cultivos en Chile, además de Molinate como testigo estándar, utilizando diferentes dosis, drenaje y no drenaje de los cuadros. La selección de los productos se basó en el costo y la disponibilidad de los productos en el mercado. En el Cuadro 11, se observa la acción fitotoxica y de control de los diferentes productos evaluados, se observa que Rainbow, Ronstar, Stam, LV 10 (6.0 lts) y Arrosolo, muestran buen comportamiento en términos de selectividad y control independiente del drenaje o no drenaje de los cuadros, aunque los rendimientos obtenidos por Rainbow son superiores a Ronstar, Stam y Arrosolo. El efecto de control de Rainbow fué más lento que la mayoría de los productos.

Los productos Modown, Dicuram, Goal, obtienen un fuerte control pero incurren en alta fitotoxicidad en ambos sistemas de drenaje, de ello solo Modown logra recuperarse y obtener rendimientos aceptables.

Anatrazina y Roundup que fueron controlando muy bien malezas pero para evitar toxicidad se deben drenar los cuadros, lo que no resulta adecuado, Londax actúa en forma inversa a Anatrazina ya que al sacar el agua se perdería su efecto de control, pero es muy eficiente manteniendo la lámina de agua con el producto sin causar demasiada toxicidad.

Finalmente, los productos DMA 6 (2,4-D Amina), Tordon 24 (Picloram) y Tordon 101 (Picloram + 2,4-D), no presentan

selectividad al arroz y su control es errático e insuficiente.

Los resultados del comportamiento de los productos evaluados, permiten sostener en este momento que es posible emplear productos herbicidas de bajo costo, para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha, mediante un sistema más práctico y eficiente que el actualmente empleado.

Obviamente, que por tratarse de una evaluación preliminar de los productos se debe esperar a la confrontación de una nueva temporada de evaluaciones para obtener información concluyente de si existe un producto susceptible a ser utilizado eficientemente.

CUADRO 11. Costos, rendimientos, selectividad a semillas pregerminadas y eficiencia herbicida de varios productos aplicados en agua con y sin drenaje antes de la siembra (Chile 1986/1987).

Producto	Dosis (PC/ha)	Fitotoxicidad Drenaje		Control Malezas Drenaje		Rendimiento Tm/ha Drenaje		Costo/ha 1/	
		Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	$	US $
Goal 2 EC	1.0 lt	4.5	4.5	9.5	7.0	3.3	2.7	7.560	35
Goal 2 EC	1.5 lt	6.5	5.0	9.5	7.5	4.1	5.1	11.340	53
Goal	2.0 lt	8.0	9.0	9.0	9.0	0	0	15.120	70
DMA 6	3.0 lt	6.5	7.0	3.0	9.0	0	0	3.500	16
DMA 6	6.0 lt	7.0	7.0	1.5	6.5	0	0	6.990	33
Londax	0.4 kg	5.5	4.5	3.5	7.5	0	4.6	-	- 2/
Londax	0.8 kg	5.0	2.0	5.5	6.5	0	8.6	-	- 2/
Rainbow	3.0 lt	1.5	1.0	7.5	8.0	10.1	7.6	9.315	43
Stam LV 10	6.0 lt	2.0	2.0	4.0	7.5	5.0	5.7	8.802	41
Stam LV 10	8.0 lt	1.5	2.0	4.5	7.0	4.5	0	10.800	55
Arrosolo	4.0 lt	3.0	4.5	7.5	8.0	6.6	4.7	10.270	48
Dicuram	4.0 lt	5.0	9.5	7.0	9.5	5.3	0	8.000	37
Tordom 101	0.4 lt	5.0	3.0	2.0	3.0	0	0	1.380	6
Tordon 101	1.2 lt	5.5	6.0	6.0	6.5	0	0	4.140	19
Tordon 24	0.2 lt	2.5	1.5	5.0	5.5	0	0	1.804	8
Ronstar 25	4.0 lt	2.0	3.0	5.5	9.0	5.3	5.6	26.700	124
Anatrazina 500F	2.0 lt	1.5	5.0	9.0	7.5	5.3	0	1.760	8
Anatrazina 500F	4.0 lt	2.0	9.0	9.5	1.0	9.5	0	3.520	16
Roundup	2.0 lt	1.0	8.0	9.0	7.0	6.2	0	15.000	70
Modown	4.0 lt	5.0	7.0	10.0	9.0	6.4	7.5	-	- 2/
Molinate 10G	40.0 kg	1.5	7.0	4.5	7.5	6.7	4.9	20.200	94
Molinate 8E	4.0 lt	1.5	2.0	9.0	8.0	6.3	0	13.940	65
Testigo		1.0	1.0	1.0	1.0	0.1	0.7		

Escala: Fitotoxicidad: 1-9; 1 = No síntomas, 9 = Muerte total, 3 no es aceptable comercialmente.
Control de Malezas = 1 = No control, 9 = Control total, 7 aceptable comercialmente.

1/ Precios Octubre 1986, sin IVA (20%)

2/ Productos no comerciales.

2. Actividades de Control de Malezas en CIAT 1987/88

El producto Rainbow (Fluorcloridone) es un herbicida utilizado en Chile para el control preemergente de malezas de hoja ancha y de hoja angosta en el cultivo de trigo, inhibiendo la síntesis de carotenos y provocando la destrucción de la clorofila, actuando sobre las semillas de malezas en el proceso de germinación.

Sus características más sobresalientes son un amplio período residual (90-120 días) y gran espectro de malezas a controlar dentro de ellas Echinocloa crusgalli. Debido a estas cualidades, su amplia distribución en el mercado y buen comportamiento del producto en el ensayo preliminar en Chile, se realizaron en CIAT dos ensayos para evaluar la fitotóxicidad y actividad post-emergente del producto. Los resultados no arrojaron respuestas positivas, ya que en términos generales se observó fitotoxicidad a las plantas de arroz y un control de malezas regular a deficiente. En los Cuadros 12 y 13, es posible apreciar los efectos negativos del herbicida en las plantas de arroz, a pesar de que la dosis más baja y menor tiempo del producto en agua es menos tóxica.

El síntoma más claro de toxicidad del producto es un blanqueamiento de las hojas, generalmente en la germinación de la semilla puede ocurrir en inhibición del crecimiento o muerte total. También es posible apreciar en el Cuadro 13, la acción de Goal que en los diferentes estados y tiempos del producto en el agua es altamente tóxico. Tal vez esto sea atribuible a las condiciones de temperatura

alta que aumentan la actividad herbicida del producto, situación que no ocurriría en Chile por su temperatura más baja.

Ante la disparidad de la información de Chile y CIAT sobre el comportamiento de Rainbow, se inició un ensayo en CIAT para evaluar la influencia de la temperatura en la selectividad del producto sobre semilla pregerminada. Incluyendose además otros productos que pueden tener alguna aplicación sobre lámina de agua como Ronstar, Saturno, Goal, Propanil, Tordón 101, Lazo y Furore. Las temperaturas utilizadas fueron 13°C, 16°C y 20°C y temperatura ambiente (± 35°C), además de cuatro concentraciones de los productos 1,2,4,8 ppm (1, 2, 4, 8 lt/ha respectivamente).

De acuerdo a información preliminar, existe efecto de la temperatura sobre la selectividad de los herbicidas al arroz pregerminado. A medida que aumenta la temperatura existe mayor toxicidad y a mayor concentración del producto estos efectos son más notables.

En resumen, hay productos como Saturno y Propanil que presenten buena selectividad a temperaturas menores a 16°C, Rainbow y Furore en menor grado, pero al parecer a bajas temperaturas (13°-16°C) su selectividad aumenta. Los productos Lazo y Ronstar, Goal, Tordón 101 resultaron muy tóxicos independientemente de la temperatura, pero a medida que aumenta la dosis la fitotoxicidad es más fuerte. Goal produce muerte total a diferentes temperaturas, aún en las dosis menores.

Toda la información reunida debe revalidarse la próxima temporada en Chile, determinándose la eficiencia, selectividad y control de los diferentes productos.

CUADRO 12. Fitotoxicidad del herbicida Rainbow aplicado en agua sobre plántulas de arroz parcialmente sumergidas y mantenidas en contacto el producto 5 y 10 días. (CIAT 1987-1988).

TRATAMIENTOS			FITOTOXICIDAD[1/]				
Producto	Dosis (PC lt/ha)	Tiempo inundación días	5 días	10 días	Longitud Raices[2/] cms	Elongación Plántulas[2/] cms	Ancho base Tallo[2/] cms
Rainbow	1.5	5	2	4	10.0	53.6	4.3
Rainbow	3.0	5	3	4	4.5	34.7	2.7
Testigo	0	5	1	1	11.8	51.4	3.6
Rainbow	1.5	10	2	4	6.1	49.9	3.6
Rainbow	3.0	10	3	4	4.9	40.5	3.0
Testigo	0	10	1	1	10.1	56.7	4.3

1/ Escala de 1 a 5: 1= plantas normales iguales al testigo, 2= plantas con 10-20% de AFA en clorosis, 3= 30-50% clorosis, 4= 50% clorosis, 5 = muerte.

2/ Evaluación a 30 días de desarrollo vegetativo.

CUADRO 13. Efectos fitotóxicos del herbicida Rainbow aplicado en agua sobre diferentes estados de desarrollo de la semilla de arroz, 15 días después de la aplicación.

		FITOTOXICIDAD EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DEL COLEOPTILO-SEMILLA								
		0.5 - 2 mm			3-4 mm			4-5 mm		
		Días	Prod.	H20	Días	Prod.	H20	Días	Prod.	H20
Tratamiento producto	Drenaje	10	5	0	10	5	0	10	5	0
Testigo		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rainbow	con	2	1	1	3	1	1	3	1	1
1.5 lt/ha	sin	1.6	2	2	1.5	2.1	2	2.1	2.1	2
Rainbow	con	3.1	1.2	1.2	3.1	1.2	1.2	2.6	1.2	1.2
3.0 lt/ha	sin	3.1	2.6	3.3	3.4	3	3.3	3.4	2.7	3.3
Rainbow	con	3.1	2.3	2.6	3.3	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6
6.0 lt/ha	sin	3.5	4.1	4	3.5	4.3	4	3.7	4.3	4
Goal	con	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.5 lt/ha	sin	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Goal	con	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3.0 lt/ha	sin	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Escala:
1: No fitotóxico
2: Menor desarrollo, síntomas de clorosis
3: Desarrollo atrasado, clorosis media
4: Poco desarrollo, clorosis fuerte
5: No hay desarrollo, necerosis, muerte de plantas

V. ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN AGRONOMIA 1987/88

A. Control de malezas

1. Pruebas preliminares de herbicidas no selectivos para arroz

Se deben continuar con las pruebas de productos no selectivos que se encuentren disponibles en el mercado nacional y que resulten de bajo costo. Probándose la selectividad a semilla pregerminada y eficiencia herbicida sobre las malezas. La metodología a utilizar sería la misma de la temporada anterior, incluyéndose dos repeticiones y no drenando los cuadros ya que esta práctica es inusual en Chile, provocando problemas de escasez del elemento y posibles toxicidades a campos vecinos ya que generalmente el agua es utilizada por otros usuarios.

2. Ensayos de validación de productos

Se deben revalidar los productos de buen comportamiento el año anterior. Incluyendose en ellos Rainbow, Londax, Ronstar, Modown, Anatrazina, Propanil, además de Saturno (Bentiocarbo), probando diferentes dosis, mezclas y formas de detoxificación de los productos. Dentro de estas últimas prácticas incluír tabloneo antes de la siembra y/o mayor tiempo entre el momento de la aplicación y la siembra del arroz pregerminado.

Ambos trabajos se deben realizar en la Estación Experimental, ya

que los productos evaluados la temporada pasada necesitan ser revalidados antes de llegar a las fincas de agricultores.

B. Fertilización

En Chile la fertilización se realiza única y exclusivamente con Nitrógeno, utilizando generalmente Urea como fuente de aplicación. La temporada de 1985/86 se detectaron problemas en el cultivo del arroz en predios de la VII y parte de la VIII región, situación confirmada en el año 1986/87 mediante ensayos de fertilidad en el área arrocera como deficiencias de fósforo y potasio en menor grado.

Debido a esta situación se deben realizar ensayos demostrativos que tiendan a fomentar el uso de la fertilización básica (NPK) en forma equilibrada. Utilizándose dosis e interacciones de estos nutrientes.

Estos ensayos deben ejecutarse en predios que presentaron los mayores problemas, utilizando parcelas de tamaño mayor que el normal, la variedad de mayor uso en el mercado y un eficiente control de malezas, de tal forma que los efectos sean ampliamente visibles por los extensionistas y agricultores.

VI. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Indudablemente el éxito de una empresa agrícola va a depender de un paquete tecnológico adecuado, donde se incluyen la variedad y las prácticas agronómicas como las de mayor relevancia. Para que este paquete tecnológico desarrollado por programas de investigación sea efectivo, debe ser transferido en forma rápida, clara y eficiente hacia los agricultores, quienes deben incorporarlo a sus prácticas habituales de manejo.

En este contexto se desarrollará un programa para fomentar la adopción de prácticas mejoradas en el cultivo del arroz, basándose en las siguientes actividades:

A. Realización de parcelas demostrativas

La preparación de suelos en Chile es deficiente, esto se ha traducido en lotes mal nivelados, los cuales se caracterizan por presentar sectores profundos y otros con láminas delgadas, razón por la cual se producen irregularidades en el crecimiento de las plantas de arroz, deficiente control de malezas, baja eficiencia del fertilizante nitrogenado, y desuniformidad de cosecha; finalmente debido a estas condiciones los rendimientos se presentan por debajo de lo normal. En consecuencia de acuerdo a lo difícil de esta situación durante la temporada 1987/88, se establecerán parcelas demostrativas en predios de agricultores, en las áreas arroceras más importantes de Chile.

El manejo a demostrar debe consistir en el uso de prácticas de

nivelación dentro de los lotes, uso de fertilización básica (NPK) y control de malezas convencional. Se debe utilizar parcelas de tamaño mayor que el usado comunmente para demostrar claramente los efectos antogónicos de los tratamientos.

Los sitios recomendables para realizar estas actividades son:

Area	Localidad
VII Región	Pelarco
	Parral
VIII Región	Niquen
	San Carlos

Posteriormente la temporada 1988/89 se demostrarán los posibles resultados del programa de Mejoramiento y Agronomía que contempla al Plan Nacional de Chile.

Se deben incorporar en estas actividades a extensionistas y agricultores líderes del sector arrocero los cuales deben obtener conocimiento y confianza sobre los diferentes factores demostrados.

B. Capacitación

Con este propósito, se contempla efectuar un curso de producción de arroz y prácticas de cultivo desarrollado por CIAT e INIA, dirigido a

los técnicos encargados de transferir tecnología al agricultor en las diferentes áreas arroceras de Chile.

Por motivos de mayor eficiencia de comunicación, existen limitaciones en el número de participantes de estos cursos (aprox. 20 personas). Por tal motivo, en cada localidad deberán ser seleccionados el número apropiado de técnicos de acuerdo al área involucrada. Estos tendrán la responsabilidad de transferir las experiencias al resto de los técnicos y a los agricultores de su área.

VII. IMPACTO DEL PROYECTO EN LA PRODUCCION

La obtención de una nueva variedad unida a nuevas prácticas de manejo, permitirá a los agricultores nacionales lograr cosechas cercanas al potencial de rendimiento. El resultado inmediato de este cambio, será la disminución en los costos de control de malezas a un 30% de los costos actuales, sin que ello afecte la productividad, tornando esta actividad agrícola más rentable.

Este incremento en la producción junto a excelentes características de calidad de la variedad obtenida, permitirá satisfacer la mayor demanda interna proyectada para los años siguientes. Además al aumentar la superficie sembrada más el incremento en los rendimientos, Chile se transformaría de pais importador a exportador potencial.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Aumento en el rendimiento promedio nacional a un nivel de 6.0 tm/ha. Lo anterior significa una diferencia de 2.0 ton/ha respecto al actual.

  El valor económico de la producción será de acuerdo al siguiente cálculo:

  Rendimiento actual 4.0 ton/ha

  Rendimiento potencial 6.0 ton/ha

  Diferencia rendimiento 2.0 ton/ha

  Superficie sembrada = 35.000 ha X 2.0 ton/ha

  Diferencia produccion= 70.000 tons

Precio arroz paddy US$200/ton (Cuadro 14)

Valor económico producción= 70.000 ton X US$200/ton

Valor económico producción= US$14.000.000

Por otra parte, el mayor valor diferencial en el arroz elaborado se indica a continuación de acuerdo a la relación siguiente:

100% Arroz paddy = 65% Arroz blanco

70.000 tons = 45.500 tons

Precio Arroz blanco = US$450/ton - US$200 pagado a agricultores = US$250

Valor económico Arroz blanco = 45.500 tons X US$250/ton

= US$11.375.000

Incremento total valor = US$25.375.000

- Ahorro de importantes divisas, al evitarse la importación del grano de arroz.

- Disponibilidad de arroz de alta calidad a menor costo que arroz de similar calidad importado en la población de Chile, con el consecuente aumento del consumo.

Efectivamente, para efectos del análisis económico señalado más arriba, se consideró un valor de US$450/ton de arroz blanco al público. Esto

corresponde al 68% del costo actual para el consumidor, tomando como base arroz importado (US$1400/ton).

- Posibilidad de intercambiar arroz por maquinaria agrícola con Brasil, como hace Uruguay.

arroz paddy US$200/ton (Cuadro 14)

económico producción= 70.000 ton X US$200/ton

económico producción= US$14.000.000

tra parte, el mayor valor diferencial en el arroz elaborado se a continuación de acuerdo a la relación siguiente:

rroz paddy = 65% Arroz blanco

tons = 45.500 tons

Arroz blanco = US$450/ton - US$200 pagado a

itores = US$250

económico Arroz blanco = 45.500 tons X US$250/ton

= US$11.375.000

mento total valor = US$25.375.000

o de importantes divisas, al evitarse la importación del grano de

nibilidad de arroz de alta calidad a menor costo que arroz de calidad importado en la población de Chile, con el consecuente

nto del consumo.

ivamente, para efectos del análisis económico señalado más arriba,

nsideró un valor de US$450/ton de arroz blanco al público. Esto

CUADRO 14. Precio del arroz paddy y blanco comercializado en Chile de acuerdo a diferente calidad (1985/1986).

		PRECIO DE ARROZ	
Variedad	Clasificación	USD/Tm	USD/Tm
Oro	Grano corto	150.00	0.50
Diamante	Grano largo	200.00	0.70
Bluebelle	Importado		1,4