143

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
Y RACIDNALIZACION

UNIVERSIDAD DEL NDRTE COQUIMBO
CENTRO DE INVESTIGACION Y
CAPACITACION AGRICOLA

ESTUDIO DE EFICIENCIA DE RIEGO EN EL VALLE DEL CHOAPA

(1978-1979)

RG10-59
c.2

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
Y RACIONALIZACION

UNIVERSIDAD DEL NORTE COQUIMBO
CENTRO DE INVESTIGACION Y
CAPACITACION AGRICOLA

ESTUDIO DE EFICIENCIA DE RIEGO EN EL VALLE DEL RIO CHOAPA

(1978 - 1979)

COQUIMBO, octubre de 1979

ESTUDIO DE EFICIENCIA DE RIEGO EN EL VALLE DEL RIO CHOAPA (1978-1979)

P R O L O G O

En Junio de 1978, entre la Dirección General de Aguas y la Universidad del Norte de la Sede Coquimbo, se subscribió un convenio pàra efectuar un estudio de eficiencia de riego en algunos sectores del Valle del río Choapa.

Al Centro de Investigación y Capacitación Agrícola (C.I.C.A.) de la Universidad del Norte, con sede en Coquimbo, le correspondió asumir la responsabilidad de efectuar las experiencias pertinentes durante una temporada de riego, en los principales cultivos del valle, regado por el río Choapa.

Un estudio de esta naturaleza, tendiente a determinar cómo se está usando el recurso agua en una región árida, con una pluviometría normalmente deficitaria y en proceso de desertificación, es de vital importancia para proyectar la expansión de un determinado cultivo, el cambio de uno por otro, o el propio desarrollo agropecuario del sector.

El área regada del valle del Choapa cuenta con un 5,59% de capacidad para embalsar agua, correspondiente a la menor capacidad de los 1.049×10^6 m3 que tiene toda la IV Región. Sólo es posible regar con seguridad un 85% de 10.000 hectáreas, de un total de 21.000 hectáreas que se encuentran bajo cota de canal. Estas consideraciones nos inducen dimensionar la real trascendencia que tiene el hecho de usar el agua de riego

en la forma más eficaz que nos permita la tecnología actual, en relación a los recursos económicos disponibles.

Esperamos entonces, que los antecedentes, resultados y conclusiones que entregamos a la Dirección General de Aguas , a través del presente informe final, permitan estimar la incidencia del uso actual del agua de riego, para un progresivo mejoramiento agropecuario de la provincia más austral de la IV Región.

Finalmente, el Director que suscribe, desea agradecer a la Dirección General de Aguas, la confianza dispensada de habernos permitido desarrollar una actividad académica de esta naturaleza, en un sector de la IV Región, que requiere del apoyo tecnológico derivado de la investigación y experimentación, objetivo de nuestro quehacer universitario.

ALFONSO AGUILERA PUENTE
Ingeniero Agrónomo
DIRECTOR
CENTRO DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRICOLA
UNIVERSIDAD. DEL NORTE
SEDE COQUIMBO

COQUIMBO, noviembre de 1979.

AGRADECIMIENTOS

La Universidad del Norte Coquimbo y, particularmente, el Centro de Investigación y Capacitación Agrícola (CICA), agradece la colaboración y apoyo en el desarrollo de los trabajos a las siguientes personas:

- Sr. Arturo Richmagui S., D.G.A. La Serena.
- Sr. Luis Espinoza A., Ing. Agr. Inspector Fiscal de la D.G.A. Area Illapel.
- A los señores Ananías Castillo y Luis Astudillo de la D.G.A. Provincial en Illapel.
- Sr. José Luis Chiuminatto, Ing. Agr. Jefe Area Illapel.
- Sr. Roberto Rondanelli. Alcalde Comuna Salamanca y agricultor colaborador.
- A los señores propietarios de los predios agrícolas en los cuales se efectuaron los trabajos:
  - Dn. Juan Luis García de Tahuinco (trigo)
  - Dn. Bildo Vargas de El Tambo
  - Dn. Guillermo Merino de Chuchiñí
  - Dn. Pedro Blanco de Tahuinco (viña)
  - Dn. Sergio Castillo de Tranquilla
  - Dn. Mario Aguirre de Pintacura

PERSONAL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

Sr. ALFONSO OSORIO ULLOA	: Ing. Agr. Jefe del Programa de Nutrición Vegetal del CICA de la U. del Norte Coquimbo.
Sr. ARTURO HERRERA DE LA BARRA:	Ing. Agr. Jefe del Proyecto de Eficiencia de Riego en el Valle del Río Choapa Salamanca. Ads - crito al Programa Nutrición Vegetal CICA U. del Norte Coquimbo.
Sr. JOSE LAGOS GUTIERREZ	: Técnico Agrícola Sub-Jefe Proyecto.Salamanca.
Sra. PILAR MUÑOZ SOLIS-ROSAS	: Ayudante de Cálculos y encargada de laboratorio. Salamanca.
Sr. RENAN FREDES CALDERON	: Ayudante Técnico. Salamanca.
Sr. JOSE JORQUERA ARANCIBIA	: Ayudante Técnico. Salamanca.
Sr. NELSON DONOSO URTUBIA	: Ayudante Técnico. Salamanca
Sr. JAIME FREDES CALDERON	: Ayudante Técnico. Salamanca.
Sra. SONIA ROJO FLORES	: Secretaria. Salamanca.

I N D I C E

Pág.

Prólogo

Agradecimientos

Participantes en el ESTUDIO

Indice General

Resumen y conclusiones

Indice de figuras

1. INTRODUCCION 1

1.1 Objetivos 2

2. ANTECEDENTES GENERALES 3

2.1 Valle del Río Choapa 3

2.1.1 Ubicación y superficie 3

2.1.2 Vías de comunicación 4

2.1.3 Hidrografía 5

2.1.4 Geomorfología 6

2.1.5 Clima 7

2.1.5.1 Precipitación 8

2.1.5.2 Temperaturas 11

2.1.5.3 Nubosidad 14

2.1.5.4 Humedad relativa y presión barómetrica 14

2.1.5.5 Radiación solar, insolación y evaporación 16

Pág.

2.1.6 Suelos 17

2.1.6.1 Aluviales antiguos 17

2.1.6.2 Aluviales recientes 18

2.1.6.3 Piedmont 19

2.1.6.4 Terrazas marinas 20

2.1.7 Agricultores de la zona 21

2.1.8 Biogeografía y formación vegetal 23

2.1.9 Población 26

2.1.10 Tenencia de la tierra 27

2.1.11 Disponibilidades de agua 30

2.1.12 Calidad de las aguas 32

2.2 Predios y lugares seleccionados para realizar la experiencia 34

2.2.1 Fundo Pintacura Norte 36

2.2.1.1 Topografía y relieve 36

2.2.1.2 Antecedentes del cultivo (trigo) 36

2.2.1.3 Suelos 37

2.2.2 Parcela Nº 64 de Tahuinco 38

2.2.2.1 Topografía y relieve 38

2.2.2.2 Antecedentes del cultivo (trigo) 39

2.2.2.3 Suelos 39

Pág.

2.2.3 Parcela N° 39 de Tranquilla 40

2.2.3.1 Topografía y relieve 40

2.2.3.2 Antecedentes del cultivo (frejol) 41

2.2.3.3 Suelos 41

2.2.4 Parcela N° 134 de El Tambo 42

2.2.4.1 Topografía y relieve 42

2.2.4.2 Antecedentes del cultivo (frejol) 42

2.2.4.3 Suelos 43

2.2.5 Parcela San Rafael 44

2.2.5.1 Topografía y relieve 44

2.2.5.2 Antecedentes del cultivo (alfalfa) 44

2.2.5.3 Antecedentes del cultivo (tabaco) 45

2.2.5.4 Suelos 46

2.2.6 Parcela N° 10 de Santa Rosa 47

2.2.6.1 Topografía y relieve 47

2.2.6.2 Antecedentes del cultivo (tabaco) 47

2.2.6.3 Suelos 48

2.2.7 Parcela N° 21 de Tahuinco 48

2.2.7.1 Topografía y relieve 49

2.2.7.2 Antecedentes del cultivo (vid) 49

2.2.7.3 Suelos 49

Pág.

2.2.8 Parcela N°46 de Chillepín 50

2.2.8.1 Topografía y relieve 50

2.2.8.2 Antecedentes del cultivo (damasco) 50

2.2.8.3 Suelos 51

3. METODOLOGIA 52

3.1 Cultivos y sectores 53

3.2 Selección de predios 53

3.3 Superficie y pendiente 54

3.4 Control de riegos 54

3.4.1 Control de humedad del suelo 55

3.4.2 Control de caudales 56

3.4.3 Tiempo de riego 57

3.4.4 Método y frecuencia de riego 57

3.4.5 Mano de obra 58

3.5 Caracterización física e hídrica del suelo 59

3.5.1 Estudio Agrológico 59

3.5.2 Constantes hídricas y densidad aparente 59

3.5.2.1 Capacidad de Campo 59

3.5.2.2 Punto de Marchitez Permanente 60

3.5.2.3 Densidad Aparente 60

3.5.3 Infiltrometría 60

Pág.

3.5.4 Capacidad de retención de humedad 61

3.6 Eficiencia de Aplicación 62

3.7 Manejo y características de los cultivos 63

3.7.1 Manejo de cultivos 63

3.7.2 Profundidad de raíces 64

3.7.3 Rendimientos 64

4. RESULTADOS 65

4.1 Cultivos y sectores 65

4.2 Constantes hídricas y densidad aparente 67

4.3 Capacidad de retención de humedad y profundidad de raices en los cultivos estudiados 68

4.4 Infiltrometría 69

4.5 Método de riego y mano de obra empleada 70

4.6 Informe de los riegos efectuados 72

4.6.1 Trigo en Pintacura 72

4.6.2 Trigo en Tahuinco 74

4.6.3 Frejol en Tranquilla 74

4.6.4 Frejol en El Tambo 75

4.6.5 Tabaco en Chuchiñí 76

4.6.6 Tabaco en Santa Rosa 77

4.6.7 Vid en Tahuinco 78

4.6.8 Alfalfa en Chuchiñí 79

Pág.

4.6.9 Damasco en Chillepín 80

4.7 Eficiencia de riego 81

4.7.1 Eficiencia en Trigo 82

4.7.2 Eficiencia en frejol 83

4.7.3 Eficiencia en tabaco 84

4.7.4 Eficiencia en Vid 85

4.7.5 Eficiencia en Alfalfa 86

4.7.6 Eficiencia en Damasco 87

4.8 Escurrimiento superficial 88

4.9 Rendimientos 91

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS 92

5.1 Análisis de las eficiencias calculadas 92

5.1.1 Trigo Pintacura 93

5.1.2 Trigo Tahuinco 94

5.1.3 Frejol Tranquilla 95

5.1.4 Frejol El Tambo 96

5.1.5 Tabaco Chuchiñí 97

5.1.6 Tabaco Santa Rosa 98

5.1.7 Vid Tahuinco 99

5.1.8 Alfalfa Chuchiñí 100

5.1.9 Damasco Chillepín 101

Pág.

5.2 Análisis de la eficiencia anual determinada 102

5.2.1 Cultivos anuales 103

5.2.2 Cultivos permanentes 104

5.3 Valor mensual de eficiencia 105

5.4 Tasa de Riego 106

LITERATURA CONSULTADA 107

INDICE DE CUADROS

Pág.

CUADRO Nº 1 : Distribución espacial y estacional de la precipitación en el Valle del Río Choapa 9

CUADRO Nº 2 : Precipitación ocurrida durante el periodo de determinación de la eficiencia de riego(mm) 10

CUADRO Nº 3 : Precipitación en Salamanca (mm) 11

CUADRO Nº 4 : Temperatura media anual en el Valle del río Choapa 12

CUADRO Nº 5 : Temperatura mensual durante el año agrícola 1978-1979 en Salamanca 13

CUADRO Nº 6 : Nubosidad 14

CUADRO Nº 7 : Humedad Relativa y presión barométrica en Salamanca durante 1978-1979. 15

CUADRO Nº 8 : Radiación solar,insolación y evaporación 16

CUADRO Nº 9 : Distribución de cultivos en el valle 23

CUADRO Nº10 : Población en el valle 26

Pág.

CUADRO N° 11 Distribución de la tierra según tipo de tenencia 29

CUADRO N° 12 Disponibilidades del río Choapa en Cuncumén (m^3/seg) 31

CUADRO N° 13 Análisis químico del agua superficial y subterranéa del valle 32

CUADRO N° 14 Predios y lugares del Estudio 35

CUADRO N° 15 Cultivos y sectores del Estudio 66

CUADRO N° 16 Constantes hídricas y Densidad Aparente 67

CUADRO N° 17 Capacidad de retención de humedad (CHR) y profundidad de raíces en los suelos y cultivos estudiados 68

CUADRO N° 18 Infiltración acumulada y humedad del suelo al momento de la prueba 69

CUADRO N° 19 Método de riego y caudal por jornada hombre utilizado(1/seg) 71

CUADRO N° 20 Volumen de escurrimiento superficial (VES) e infiltrado (VI) en frejol Tranquilla 88

Pág.

CUADRO N° 21 Volumen de escurrimiento superficial (VES) e infiltrado (VI) en tabaco Santa Rosa 89

CUADRO N° 22 Volumen de escurrimiento superficial (VES) e infiltrado (VI) en damasco Chillepín 90

CUADRO N° 23 Rendimiento en los sectores estudiados 91

INDICE ANEXOS

		Pág.
Nº 1	Clima	109
Nº 2	Control de caudales (curvas de descarga y tablas de aforo)	112
Nº 3	Constantes hídricas y densidad aparente	113
Nº 4	Infiltrometría	116
Nº 5	Caudal de riego por jornada hombre	124
Nº 6	Controles de humedad del suelo antes y después del riego	125
Nº 7	Eficiencia de almacenamiento	132

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 : Plano de ubicación Valle del río Choapa.

FIGURA N° 2 : Hoya del Río Choapa.

FIGURA N° 3 : Formación vegetal de la Acacia Cavens.

FIGURA N° 4 : Plano de ubicación de los sectores del estudio.

FIGURA N° 5 : Fundo Pintacura Norte, sector trigo.

FIGURA N° 6 : Parcela N° 64 de Tahuinco, sector trigo.

FIGURA N° 7 : Parcela N° 39 de Tranquilla, sector frejol.

FIGURA N° 8 : Parcela N° 134 de El Tambo, sector frejol.

FIGURA N° 9 : Parcela San Rafael de Chuchiñí, sector alfalfa.

FIGURA N°10 : Parcela San Rafael de Chuchiñí, sector tabaco.

FIGURA N°11 : Parcela N° 10 de Santa Rosa, sector tabaco.

FIGURA N°12 : Parcela N° 21 de Tahuinco, sector viña.

FIGURA N°13 : Parcela N° 46 de Chillepín, sector damasco.

En Anexo Curvas de descarga de vertideros.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Resumen.

Durante la temporada agricola 1978-1979, la Universidad del Norte Coquimbo a través del Centro de Investigación y Capacitación Agricola (CICA), desarrollo el "Estudio de Eficiencia de Riego en el Valle del Choapa".

El financiamiento del Estudio fue otorgado por la Secretaria Regional de Planificación y Coordinación de la IV Región (SERPLAC) en un 80% y la Dirección General de Aguas (DGA) en un 20%. El monto financiado fue de un millón de pesos.

En lo administrativo, la Oficina y laboratorio de la Universidad del Norte se ubicó en Salamanca.

La metodología utilizada consistió en la medición de los caudales de riego mediante un aforador instalado en la acequia de entrada al potrero y otro ubicado en la acequia receptora de los derrames de escurrimiento superficial. Además, se determino la humedad del suelo antes y cuarenta y ocho horas después del riego mediante muestreo directo del terreno.

Por otro lado, se estudiaron aspectos físicos del suelo de manejo del cultivo estudiado.

Finalmente, se elaboró el presente informe con los resultados obtenidos durante el trabajo.

Conclusiones.

En general se ha podido observar que las prácticas de riego actualmente empleadas en el valle, constituyen un factor limitante en el desarrollo agropecuario de la Provincia.

Lo señalado, se debe al total desconocimiento por parte de los agricultores de normas técnicas modernas de regadio que permitan aplicar el agua de riego a los cultivos, en forma racional y eficiente.

Entre las causas que originan la ausencia de tecnología de riego en el valle, está la falta de incentivos para mejorar las actuales técnicas, debido a la baja incidencia del agua en los costos de producción. Además, debe señalarse la falta de profesionales y técnicos que difundan y den asistencia en materias de regadios. Por otro lado, el arraigo de creencias arcaicas en el agricultor impide una mayor flexibilidad por parte de éste en la introducción de nuevas normas.

La falta de tecnología señalada en cuyas causas son muy variadas, se traduce en riegos ineficientes y/o mal distribuidos.

En el primer caso se encuentran los cultivos anuales con una eficiencia de aplicación cercana al 30%. En el segundo caso, riegos de distribución deficiente, se encuentran los frutales damascos y viñas cuyos valores de eficiencia son 75 y 51%

respectivamente. Sin embargo, la profundidad de suelos efectivamente mojada, no alcanzó los 120 centimetros considerados en el Estudio.

En el caso de la alfalfa, la eficiencia determinada fue de un 44% constituyéndose en el riego más eficiente de los estudiados. Esto se debe a que los caudales aplicados(1.703 m3/ha. promedio), notoriamente superiores a las viñas (846 m3/ha. en promedio) y damascos (424 m3/ha. promedio), fueron adecuados para mojar todo el perfil considerado como zona de absorción de las raíces (120 centimetros).

Como conclusión de éste estudio, al margen de los valores obtenidos, se advierte la necesidad de enfrentar el problema en forma integral, es decir, abarcando todos los aspectos involucrados en una agricultura de regadío tales como, la capacitación, Asistencia Técnica y Tecnificación del riego.

1. INTRODUCCION

Entre los factores que inciden en la planificación de los recursos hídricos de una determinada zona, la eficiencia de aplicación del agua de riego reviste especial importancia. En primer lugar, por la influencia que ella tiene en la productividad y conservación de los suelos y, en segundo término, por las dificultades prácticas que se plantean en su correcta evaluación.

Por otro lado, el conocimiento de la eficiencia de riego a nivel predial, permite asignar correctamente, en términos de Tasa de Riego, los recursos hídricos de una zona.

Considerando lo anterior y las posibilidades de desarrollo del área agrícola del Valle del Río Choapa, en gran medida limitado por la escasez del recurso hídrico, la Dirección General de Aguas estimó necesario cuantificar la eficiencia de riego en dicho Valle. Para ello, fue solicitado el aporte técnico del Centro de Investigación y Capacitación Agrícola (CICA) de la Universidad del Norte.

El financiamiento del presente estudio fue aportado por el Gobierno Regional, a través de la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación (SERPLAC - IV Región) y

la Dirección General de Aguas (DGA).

1.1.- Objetivos.-

El principal objetivo del estudio, definido en el convenio suscrito entre la Dirección General de Aguas y la Universidad del Norte, fue determinar la eficiencia de aplica - ción del agua de riego en el Valle del río Choapa en los princi pales cultivos de la zona. Además, se cuantificaron los diversos factores que influencian ya sea directa o indirectamente la efi ciencia de aplicación, a fin de establecer relaciones útiles en tre la eficiencia medida en cada predio y el factor en cuestión. Entre los factores considerados se encuentran, entre otros, mé- todos, tiempo y frecuencia de riego, pendiente, topografía ca- racterísticas de los suelos y profundidad de raíces.

2. A N T E C E D E N T E S G E N E R A L E S

2.1. Valle del Río Choapa.

A continuación se presentan los antecedentes generales del Valle del Río Choapa, con el objeto de presentar una visión global de la zona en la cual se efectuó la "Determinación de la Eficiencia de Riego a nivel predial". Estos antecedentes fueron extraídos, en algunos casos en forma fidedigna, de la bibliografía que se cita al final del presente informe.

2.1.1 Ubicación y superficie.

El valle del río Choapa corresponde a la zona de influencia de dicho río y está ubicado al Sur de la IV Región conformando la Provincia del Choapa cuya capital es la ciudad de Illapel.

El valle está comprendido por los paralelos 31°26' y 31°53' de latitud sur, el límite de Chile con Argentina al Oriente y el Oceano Pacífico por el Poniente.

La superficie de la hoya hidrográfica del río Choapa es de aproximadamente 770.000 hectáreas de las cuales -

21.000 están bajo cota de canal. Sin embargo, existe seguridad de riego en un año 85% de probabilidad, para solo 10.000 hectáreas aproximadamente.

El área agrícola se conforma a lo largo del río Choapa el cual cruza la zona de cordillera a mar atravesando los cordones montañosos de Los Andes y de La Costa. En este paso, el río deja en su interior un valle angosto con algunos ensanchamientos de escasa magnitud. Otros valles, también angostos, se forman por la influencia de los afluentes del río entre los cuales se destacan los de Chalinga, Illapel y Camisas.

En la Figura N°1 se advierte la ubicación del Valle del río Choapa, dentro de la IV Región.

2.1.2. Vías de comunicación.

En el sector poniente del valle, cercano a la costa, cruza la carretera longitudinal Norte. El camino de acceso al interior del valle sale de dicha carretera hacia el oriente, aproximadamente a 3 km al norte del pueblo de Los Vilos. Este camino es asfaltado, de buena calidad y permite conectar la ciudad de Illapel con Santiago y La Serena . Desde Illapel a Salamanca y de ésta hacia los poblados, mas al interior existen caminos de tierra en regular estado. En todo caso se-

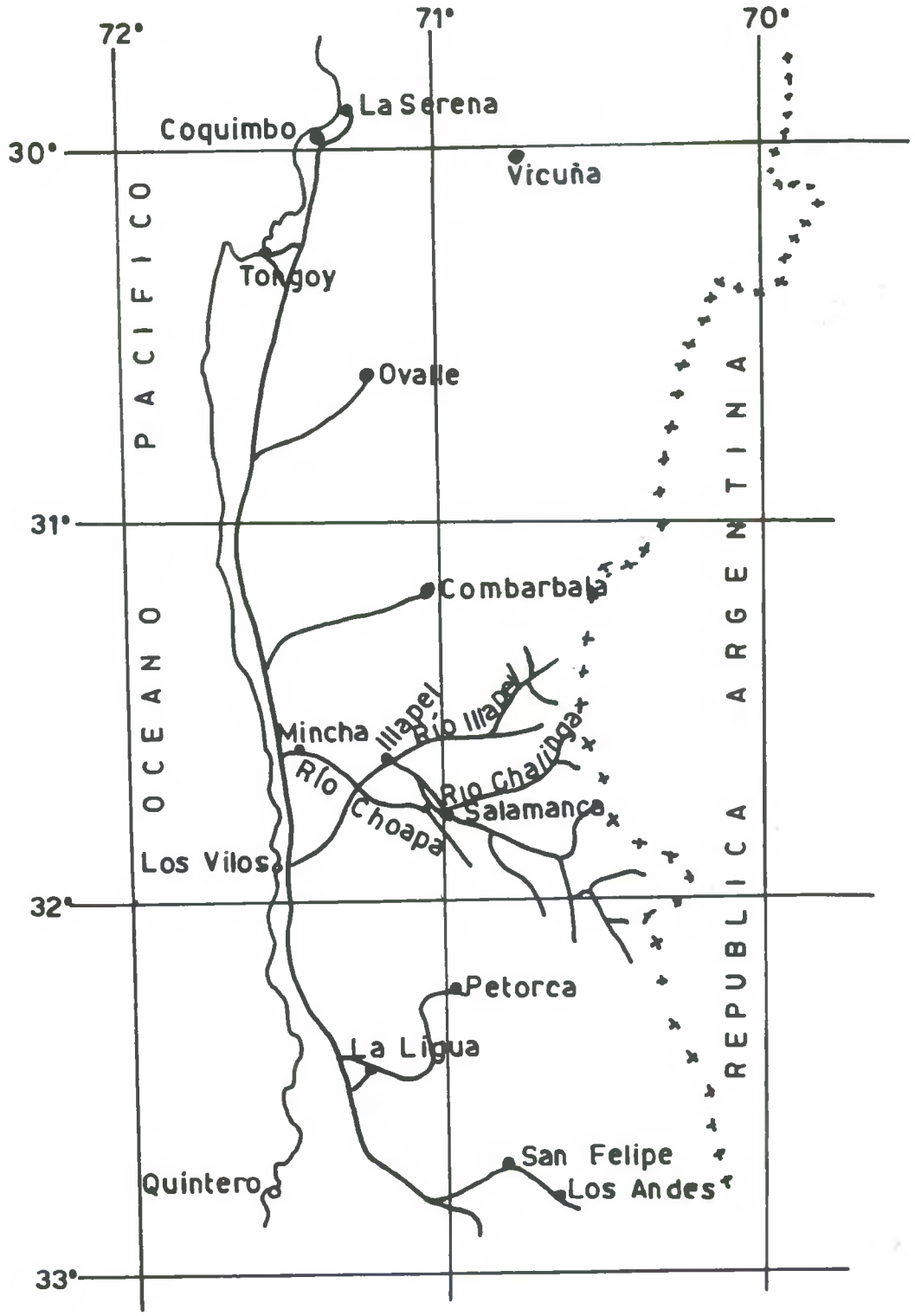


FIGURA Nº1
Plano de ubicación
Valle del Río Choapa
Escala 1:2.000.000

estima que la infraestructura caminera, mejorará notablemente con la explotación del mineral "Los Pelambres" ubicados al interior del valle.

Existe además, el ferrocarril longitudinal Norte el cual llega hasta la ciudad de Salamanca. En la actualidad, esta vía de comunicación no es utilizada debido a su baja rentabilidad.

2.1.3. Hidrografía.

El río Choapa se forma en la alta cordillera por la confluencia de sus tributarios andinos. En esta zona alcanza una altura cercana a los 4.500 metros sobre el nivel del mar. Su hoya es de aproximadamente 8.000 km2.

En su curso medio, desde su formación en la alta cordillera hasta Salamanca, recibe los aportes de los esteros Quelén, Consuelo y otros de menor importancia,junto a numerosas quebradas afluentes al río que descargan en él. Sin embargo, el aporte mas importante en este curso lo constituye el río Chalinga el cual forma el valle del mismo nombre.

La parte baja del valle, alrededor de los 500 metros sobre el nivel del mar, corresponde al curso del río comprendido entre Salamanca y la confluencia con el río Illapel, el que conforma también su valle propio. En este curso se reciben aportes de agua provenientes de los Esteros Camisas y

Limahuida entre los mas importantes.

El curso final del río, entre su confluencia con el Illapel y la desembocadura en el sector de Huentelauquén, recibe aportes superficiales de los esteros Millahue y La Canela entre otros.

Del río Choapa nacen numerosos canales que conforman una extensa red de riego que abarca gran parte de la superficie susceptible de ser regada.

La hoya del río Choapa se presenta en la Fig. N°2.

2.1.4. Geomorfología.-

De acuerdo con los diferentes cursos del río Choapa, es posible diferenciar en el paisaje geomorfológico rasgos bien definidos para cada sector.

La zona baja presenta tres formaciones características, constituidas por terrazas marinas, un frente montañoso y un pequeño valle aluvial. Hacia el interior se reduce la extensión de las terrazas, tornándose asimétricas, estrecha y en algunos casos hasta desaparecen quedando tan sólo la caja del río entre montañas. Esta situación se advierte hasta la confluencia de los ríos Choapa e Illapel.

Más al interior de esta confluencia existe un

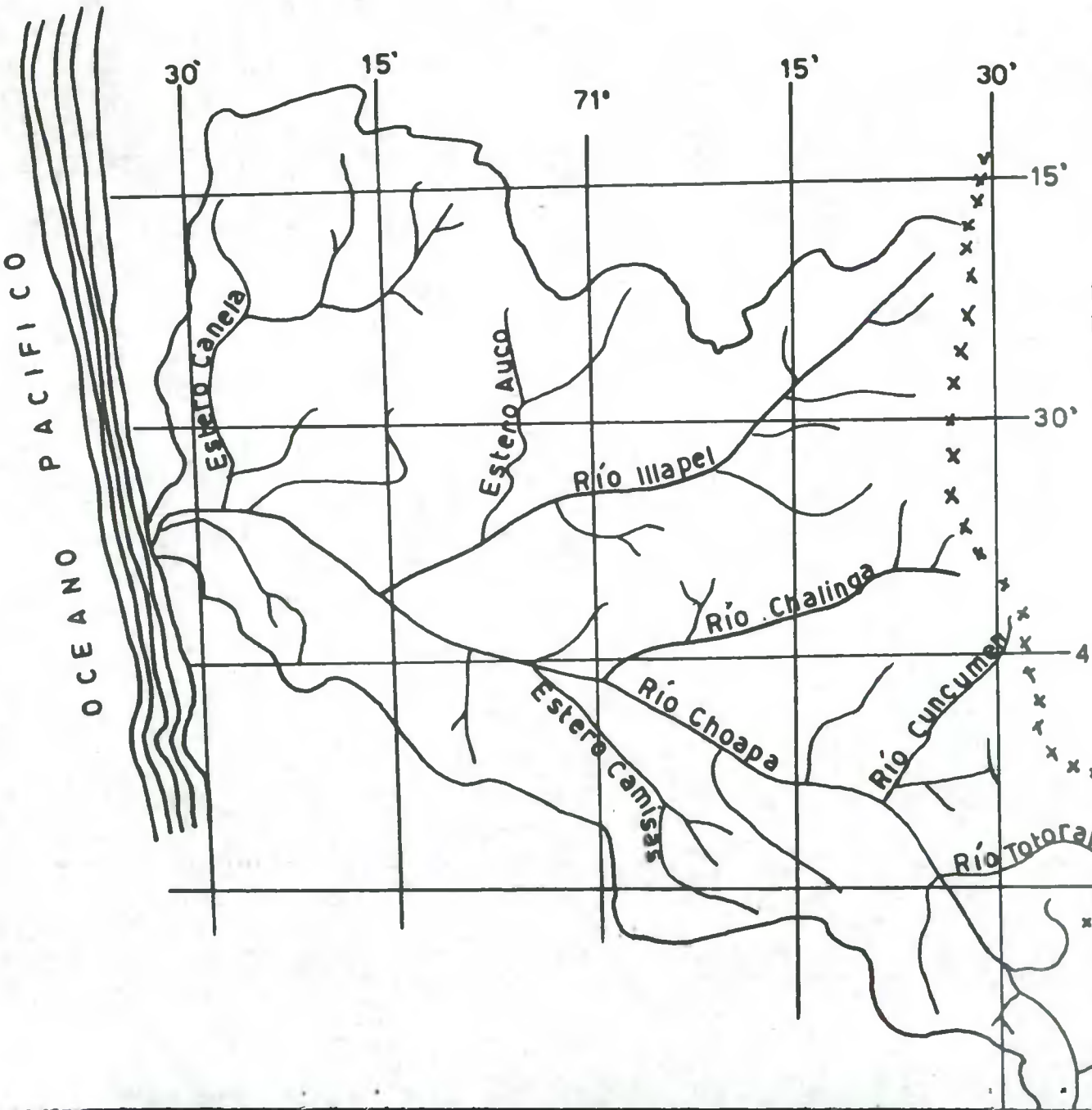


FIGURA Nº2
Hoya del Río Choapa
Superficie hoya: 8174 Km.
Escala : 1:8.000.000

incremento de las terrazas medias y altas del río mientras que las terrazas bajas, son escasas. Del mismo modo y aumentando progresivamente hacia Salamanca, se advierte un incremento de los piedmonts, constituídos por conos de deyecciones y escombros de las faldas de los cerros.

Ya en la confluencia de los ríos Choapa y Chalinga y hacia el interior, desaparecen del paisaje las terrazas antiguas para dar paso a las recientes ubicadas en niveles bajos e interrumpidos por piedmonts que en algunos casos son aterrados.

En la parte alta del valle se hacen importantes los depósitos coluviales mientras que los del río son mínimos debido al gran poder de arrastre de éste.

2.1.5. Clima.

El clima del valle puede clasificarse como árido subtropical con variaciones de humedad y temperatura dependientes de la altitud y distancia a la costa.

La información meteorológica de la zona está siendo estudiada en detalle por el Proyecto CHI-535 en el cual también participan la Dirección General de Aguas y SERPLAC IV Región. Sin embargo, en este informe se entregan antecedentes que permitan formarse una adecuada impresión de la variación-

que experimenta el clima a lo largo del río Choapa. Además se indican las observaciones meteorológicas efectuadas durante la época de ejecución del "Estudio de la Eficiencia de Riego".

2.1.5.1. Precipitaciones.

Las precipitaciones son en general escasas , aumentan de mar a cordillera y ocurren en gran porcentaje del total durante el invierno. Este aspecto puede visualizarse en el Cuadro 1.

C U A D R O 1.

Distribución espacial y estacional de la precipitación en el valle del río Choapa.

Estación	Ubicación (1)	Años Observados	Anual (mm)	Invierno (%)	Otoño (%)	Primav. (%)
Huentelauquén	31°35' -71°19'	10	212	69	21	7
Mincha	31°34' -71°27'	11	227	65	23	11
Illapel	31°37' -71°11'	42	215	64	25	10
Salamanca	31°47' -70°59'	19	270	64	24	10
Quelén	31°52' -70°51'	12	291	64	24	11
Cuncumén	31°53' -70°38'	15	330	67	22	9

Fuente : Elías Almeyda Arroyo. "Recopilación de datos climáticos de Chile".

(1) : La ubicación es con respecto a la latitud sur y longitud Oeste respectivamente.

Durante el período de ejecución del estudio (1978-1979) se observaron los siguientes valores de agua caída. (cuadro 2).

C U A D R O 2

Precipitación ocurrida durante el período de determinación de la eficiencia de riego (mm)

Estación	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
Illapel	2,0	34,5	-	30,0	-	-	-	
Salamanca	5,6	31,7	-	57,7	-	-	-	
Coirón	12,0	35,0		120,0	-	-	-	

Fuente : Sr. Ignacio Rojas A. Observador Meteorológico

La precipitación ocurrida en Salamanca ha sido registrada en la estación pluviométrica de la Cía. de Tabacos desde el año 1965. El valor anual de agua caída a la fecha en la estación se presenta en el Cuadro 3. La distribución mensual y diaria se presenta en el Anexo Clima.

C U A D R O 3

Precipitación en Salamanca (mm)

Años	Agua caída	Años	Agua caida
1965	365,8	1972	395,8
1966	297,6	1973	155,7
1967	167,7	1974	176,5
1968	59,4	1975	217,0
1969	52,3	1976	118,9
1970	217,3	1977	313,1
1971	143,7	1978	305,7

Fuente :.Sr. Ignacio Rojas Ahumada. Observador Meteorológico.

2.1.5.2. Temperatura.

La temperatura, al igual que la precipitación tiene notables variaciones ascendentes de acuerdo con la distancia a las zonas costeras, tal como se aprecia en el Cuadro 4.

C U A D R O 4

Temperatura media anual en
el valle del río Choapa.

Ubicación	Temperatura °C
Costa	15
Illapel	16
Limáhuida	17
Salamanca	18
Coirón	20
Cuncumén	23

Fuente : Elías Almeyda A. "Recopilación de datos climáticos de Chile.

Durante el año agrícola 1978-1979, se observaron en la Estación Meteorológica de Salamanca los siguientes valores de temperatura media mensual (Cuadro 5).

C U A D R O 5

Temperatura media mensual durante el año agrícola 1978-1979 en Salamanca.

Meses	Temperatura°C
Mayo	13,8
Junio	11,3
Julio	12,1
Agosto	11,8
Septiembre	14,4
Octubre	17,5
Noviembre	18,7
Diciembre	19,8
Enero	20,3
Febrero	19,3
Marzo	18,2
Abril	15,9

Fuente :Sr. Ignacio Rojas A. Observador meteorológico.

2.1.5.3. Nubosidad.-

La nubosidad disminuye de mar a cordillera , tal como se aprecia en el Cuadro 6.

C U A D R O 6.

Nubosidad.

Sector	Nubosidad (%)
Mincha	50
Illapel, Limáhuida	40
Salamanca	25
Camisas, Coirón, Cuncumén	22

Fuente :Elías Almeyda A. "Recopilación de datos climáticos de Chile.

2.1.5.4. Humedad relativa y presión barométrica.

La humedad relativa y presión barométrica -

medias mensuales observadas en Salamanca durante el período 1978-1979, se presenta en el Cuadro 7. El detalle diario de estos valores se presenta en el Anexo Clima.

C U A D R O 7.

Humedad relativa y presión barométrica en Salamanca durante 1978-1979.

Meses	H. Relativa (%)	P.Barométrica (mm)
Mayo	63	764
Junio	61	775
Julio	73	760
Agosto	66	766
Septiembre	71	765
Octubre	63	776
Noviembre	63	775
Diciembre	73	773
Enero	73	771
Febrero	71	772
Marzo	68	772
Abril	73	772

Fuente : Sr. Ignacio Rojas A. Observador meteorológico.

La variación de la humedad relativa en el valle puede apreciarse al observar los valores anuales presentados en el informe sobre clima del Proyecto CHI-535.

Estos son:

- Tranquilla 54% (5 años de observación)
- Illapel Riego 70% (1 año observado)

2.1.5.5. Radiación solar, insolación y evaporación.-

Sólo con el objeto de informar de la variación de la radiación solar, insolación y evaporación a lo largo del valle, se presentan los valores anuales en dos estaciones. Este aspecto se resume en el Cuadro 8.

C U A D R O 8

Radiación solar, insolación y evaporación.

Estación	Rad. Solar global (Langley-día)	insolación (Hrs.-día)	evaporación (mm-d)
Tranquilla	406,6	8,9	6,1
Illapel Riego	340,0	7,8	4,3

Fuente : Proyecto CHI -535.

2.1.6. Suelos.

Desde el punto de vista de su desarrollo, el valle del río Choapa presenta cuatro tipos de suelos cuyas características se señalan a continuación.

2.1.6.1. Aluviales antiguos.

Los suelos desarrollados a partir de aluviones antiguos, se presentan en terrazas aluviales intermedias a altas y dispuestos sin ninguna ordenación a lo largo de todo el valle del Choapa y sus afluentes.

Son suelos planos, de pendientes entre 1 y 2 por ciento derivados de un material generador porfirítico y/ o granítico, sobre un subtratum de arcillas densas, junto con casquijos,gravas y piedras, a excepción de la serie Choapa que descansa sobre arenas finas. Son suelos moderadamente profundos. Las texturas son medias a pesadas, con excepción de la serie Choapa que presenta textura liviana. El drenaje va de moderamente bueno a bueno, pero en algunos lugares en que se presentan cambios topográficos se producen también variaciones en la característica del drenaje. El contenido de materia orgánica es baja a media, con excepción de la serie Tahuinco que posee un alto contenido de materia orgánica. Este tipo de suelo es el que incluye el mayor número de series. El área que cubren en el valle es de aproximadamente 5.100 has.

2.1.6.2. Aluviones recientes.-

Se encuentran repartidos a lo largo del valle desde algo más al poniente de Pintacura (más o menos en la confluencia del río Illapel con el Choapa), continuando a ambos lados de los ríos Illapel, Chalinga y Choapa hasta llegar al caserío de Cuncumén.

Son suelos relativamente planos, con pendientes que varían entre 1 y 2% , derivados a partir de materiales generadores heterogéneos, descansan sobre un substratum de gravas, piedras y casquijos abundantes. Con una profundidad en el perfil que va desde delgado a moderadamente profundo. Las texturas varían ampliamente de livianas a pesadas. El drenaje puede ir de moderadamente bueno a bueno. Se encuentran incluidas en esta agrupación las series: Catemu con 903 has.,Quelén con 1.005 hás. y Salamanca con 530 has. lo que hace un total de 2.438 hás.

La serie Salamanca es la única que ofrece limitaciones serias para algunos cultivos, debido a sus texturas pesadas. En ella se recomienda el cultivo de cereales, pastos y frutales. En cambio, las series Catemu y Quelén no presentan problemas, pudiendo recomendarse (con limitaciones en algunas fases de dichas series) hortalizas, chacras, cereales y pastos. La serie Catemu, presenta limitaciones para frutales debido principalmente a su bajo poder de retención de agua.

2.1.6.3. Piedmont.

Se incluyen en esta agrupación algunas series que ocupan suelos de piedmont a lo largo de todo el valle. Poseen pendientes que van de 1 a 5%. Derivan materiales generadores graníticos y descansan sobre arcillas poco densas a densas con gravas, casquijos y piedras. Presentan variaciones en profundidad, siendo por lo general delgados. Texturas moderadamente pesadas a pesadas.

El drenaje es moderadamente bueno a bueno, presentando las series fases con drenajes imperfectos. Poseen un bajo contenido de materia orgánica.

Se encuentran incluidas en esta agrupación las series Illapel (652 has) y La Pifia (526 has), que ocupan un total de 1.178 has en el valle.

La serie Illapel puede permitir todo tipo de cultivos, en cambio La Pifia, puede presentar algunas limitaciones para ciertos cultivos, especialmente hortalizas y chacras. Además la serie Illapel es apta para frutales, no así La Pifia. Se recomienda en general, para esta última serie, establecer cultivos de cualquier tipo de cereal e intentar la implantación de trébol subterráneo, atriplex y ballica wimmera atendiendo principalmente a sus limitaciones de profundidad y

2.1.6.4. Terrazas marinas.-

Ocupan algunas terrazas costeras al Norte de Los Vilos, poseen pendientes que van de 1 a 3%, es decir son suelos relativamente planos. Derivan de sedimentos marinos antiguos y descansan sobre un substratum de material arcilloso con gravas, piedras y abundantes material intemperizado.

De espesor moderadamente profundo, poseen texturas muy pesadas en todo el perfil. El drenaje del suelo es imperfecto. El contenido de materia orgánica es bajo y la reacción del suelo es alcalina.

Como representante de estos suelos tenemos la serie Huentelauquén con 262 has.

Es un suelo no apto para frutales, pero se puede fomentar la implantación de cultivos de arraigamiento superficial, tales como trigo cebada y algunas forrajeras.

2.1.7. Agricultura de la zona.

La agricultura de la zona está orientada fundamentalmente al cultivo de cereales y chacras. Solo en estos últimos años, se ha comenzado a explotar el rubro frutales y viñas, esperandose que en el mediano plazo el valle se convierta en un sector frutícola.

Entre los cereales predomina fuertemente el trigo, tanto de riego como de secano, este último con rendimientos muy bajos.

Entre las chacras, el cultivo de mayor importancia es el frejol seguido por el ají. Ambos tienen rendimientos satisfactorios en la zona.

De los cultivos industrialiales el tabaco ocupa el primer lugar constituyendose en una buena alternativa para los agricultores dada su alta rentabilidad. Este cultivo es asesorado técnica y económicamente por la Cía. de Tabacos de Salamanca.

Entre los frutales la mayor importancia la tienen los nogales, damascos y duraznos. Ultimamente el incremento de superficie plantada con viñas permite suponer que este rubro alcanzará un primer lugar en cuanto a superficie plantada en la zona.

Merece señalarse que tanto el maíz como la papa tiene escasa representación en términos de superficie sembrada. Las razones de ello son el desconocimiento de las técnicas de cultivo y preferencia por el frejol respectivamente.

La ganadería, pese a no ser de la envergadura de épocas anteriores mantiene su importancia dentro de la zona. Los rubros ganaderos son vacunos, ovinos y caprinos. El ganado porcino existe como explotación suplementaria de los pequeños agricultores.

En el Cuadro 9 se presenta la distribución de los cultivos en el valle durante el año agrícola 1965-1966 y una proyección a la situación actual según los antecedentes extraídos del Rol de Regantes de los ríos Choapa, Illapel y Chalinga, confeccionado por la Dirección General de Aguas el año 1978.

C U A D R O 9.

Distribución de cultivos en el valle.

Rubro	Superficie 1965-1966 (%)	Superficie actual (%)
Frutales	4	8
Viñas	2	3
Industriales	2	2
Pradera artificial	40	4
Cultivos anuales	52	83
total	100	100

2.1.8. Biogeografía y formación vegetal

De acuerdo a la clasificación fitogeográfica de Pisano, Chile continental está dividido en tres zonas vegetacionales climax, es decir, aquellas que presentan equilibrio definitivo con los factores precipitacionales, humedad atmosférica, humedad subterránea y otros elementos climáticos que provoquen una formación vegetal estable.

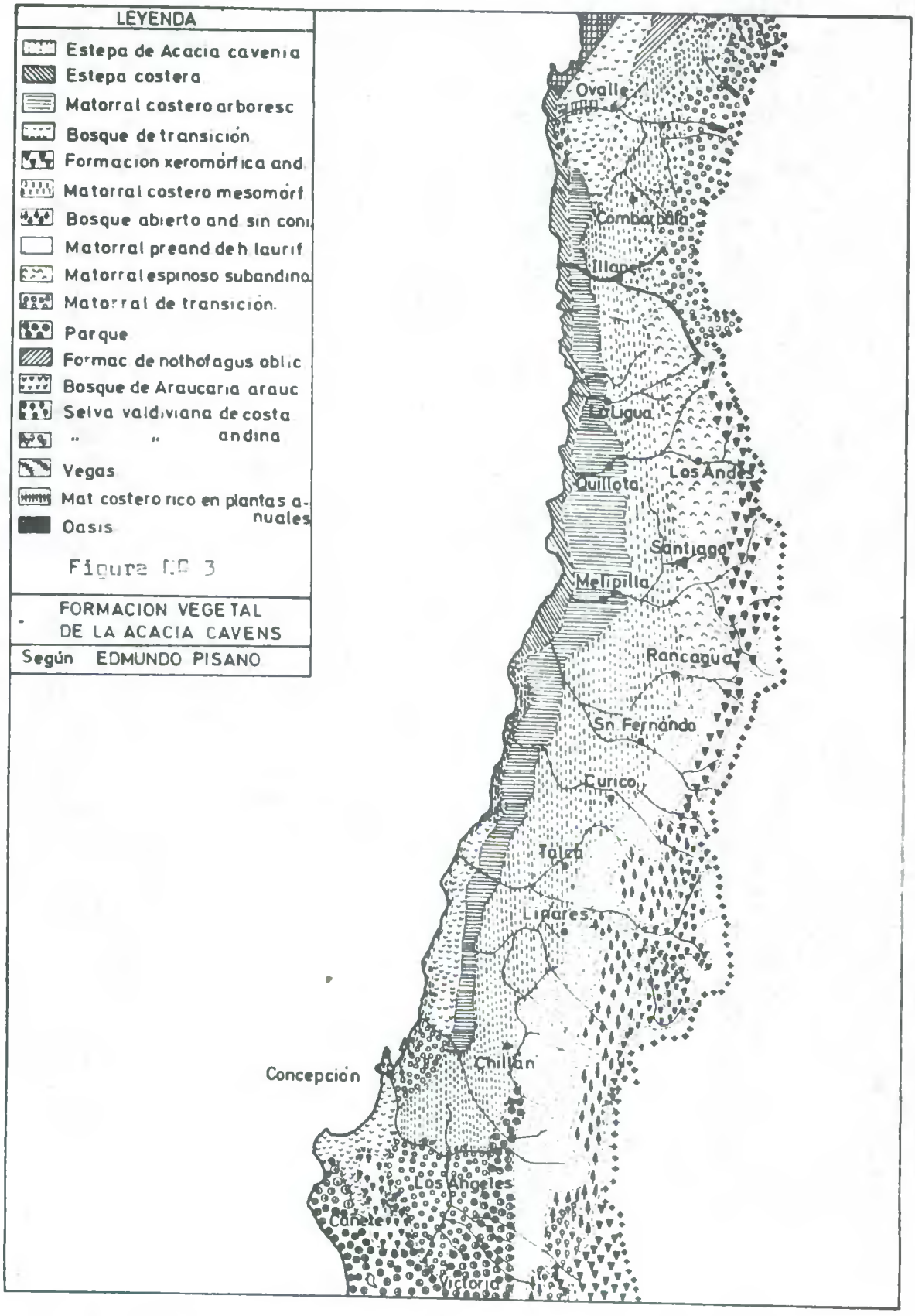
Las zonas definidas corresponden a la xeromórfica, desde el límite Norte del país hasta el río Petorca; la mesomórfica, desde el río Choapa al Itata y la hidromórfica desde el río Laja al sur.

De acuerdo con la clasificación anterior, el Valle del río Choapa queda ubicado en el límite de las zonas xero - mórficas y mesomórficas. Sin embargo, considerando que precisamente a partir del valle el bosque mesófilo se regulariza y comienza a constituir el rasgo dominante tanto en quebradas como cumbres, se le sitúa en la zona mesomórfica.

La más característica de las formaciones de la zona mesomórfica es la estepa con Acacia Caven(espino), en donde suplanta al jural desértico (Fig. N°3).

El elemento dominante en la parte alta y media del valle es el espino, asociado con árboles y arbustos de modesta alzada, entre los cuales los más importantes y abundantes son:Huañil, Trevo, Chacai, Quillay, Maitén, Molle, Palhuén, Talhuén, Palqui, Boldo, Mitique, Colliguay, Salvia Machi, Romerillo, Guayacán, Litre etc.

FIGURA Nº3


LEYENDA
Estepa de Acacia cavenia
Estepa costera
Matorral costero arboresc
Bosque de transición
Formacion xeromórfica and
Matorral costero mesomórf
Bosque abierto and sin con
Matorral preand deh laurif
Matorral espinoso subandino
Matorral de transición.
Parque
Formac de nothofagus oblic
Bosque de Araucaria arauc
Selva valdiviana de costa
" " andina
Vegas
Mat costero rico en plantas anuales
Oasis
Figura Nº 3
FORMACION VEGETAL DE LA ACACIA CAVENS
Según EDMUNDO PISANO
Ovalle
Combarbalá
Illapel
La Ligua
Los Andes
Quillota
Santiago
Melipilla
Rancagua
San Fernando
Curicó
Talca
Linares
Chillán
Concepción
Los Angeles
Victoria

El tapiz herbáceo en esta misma zona, está compuesto por numerosas gramíneas pertenecientes a los géneros Stipa, Bromus,Massella y Mélica, a los cuales se mezclan hierbas muy variadas como, Chilca, Centella, Culle colorado, Vinagrillo Lengua de Gato y muchas otras.

En las planicies costeras del valle, el aspecto general de la formación, es el de una estepa enmarañada de cubierta primaveral herbácea muy rica. Cactáceas y Bromiláceas son frecuentes pero las especies más características son: Fresia rosada,Palo gordo, Lúcumo Silvestre, Pasionaria, Violeta Cordillerana, Manzanilla Cimarrona, Salvia Macho,Vantro, Litre, Suspiro y Dora.

En los sitios pantanosos del área costera, la vegetación se compone de especies higrófilas como Botón de Oro Panque, Helecho y algunas ciperáceas. En las quebradas la formación se ve interrumpida por matorrales, entre cuyos componentes los más importantes son: Canelo, Patagua, Aromo, Boldo, Voqui y variados Helechos.

2.1.9. Población .-

La población repartida en las diferentes comunas del Valle del río Choapa, hoy asimilada a la Provincia del Choapa es de 65.300 habitantes aproximadamente. Su distribución es la indicada en el Cuadro 10.

C U A D R O 10.

Población en el valle.

Comuna	Nºde habitantes.	Porcentaje de la región	Porcentaje del país
Illapel	21.120	5.2	0.194
Mincha	12.180	3.0	0.112
Salamanca	20.440	5.1	0.188
Los Vilos	11.560	2.9	0.106
Total	65.300	16.2	0.600

Fuente : I.N.E. Informativo estadístico regional 1978.

La población rural es del orden del 70 por ciento del total de la provincia. Su distribución en las diferentes comunas es de 50, 94, 81 y 66 por ciento en Illapel, Mincha, Salamanca y Los Vilos respectivamente.

2.1.10. Tenencia de la tierra.

La tenencia de la tierra o la propiedad de ésta ha sufrido grandes transformaciones en el Valle del río Choapa.

Antiguamente, la propiedad del suelo del valle pertenecía a grandes haciendas que tenían por rubro principal la ganadería.

En la actualidad, debido al proceso de Reforma Agraria ocurrido en el país, ya no existen propiedades agrícolas mayores de 100 hectáresa de riego. La totalidad del suelo ha sido dividido en las llamadas Unidades Agrícolas Familiares (UAF) y asignadas a los campesinos.

La UAF tiene como característica ser una unidad agrícola rentable que asegura la mantención y prosperidad de una familia. Debido a ello, ha debido cambiar la orientación agrícola del valle hacia cultivos intensivos de mayor rentabilidad. (Este aspecto se advierte con mayor claridad en el Cuadro 9.)

En el Cuadro 11 se señala la actual distribución de la tierra en la Provincia.

C U A D R O 11

Distribución de la tierra
según tipo de tenencia.

Forma de propiedad	Nº de predios	%	Superficie (has)	%
-Reformada (UAF)	1.334	49.8	10.747	65.4
-Cooperativa	6	0.2	2.012	12.2
-No reformada :				
a) Menores de 1 has.	674	25.2	292	1.8
b) Entre 1 y 5 has.	491	18.3	1.124	6.8
c) Entre 5 y 20 has.	148	5.5	1.460	8.9
d) Entre 20 y 50 has.	24	0.9	687	4.2
e) Entre 50 y 100 has.	2	0.1	121	0.7
Total Provincia	2.679	100,0	16.443	100.0

Fuente : Extraído del Rol de Regantes del año 1978, confeccionado por la Dirección General de Aguas.

Nota : La superficie considerada es aquella ubicada bajo cota de canal.

2.1.11. Disponibilidad de agua.-

De acuerdo con lo señalado anteriormente en el punto 2.1.1. la superficie regada en el valle del río Choapa un año 85%, es inferior a la mitad del área ubicada bajo cota de canal.

La baja seguridad de riego observada en la zona se debe, obviamente, a la escasez del recurso lo cual se refleja en las estadísticas pluviométricas del año. Sin embargo debe considerarse que la eficiencia de riego a nivel de valle es un factor susceptible de mejorar. Esto último sobre la base de una regulación del río, mejorando la organización y uso de la infraestructura de canales y disminuyendo las pérdidas por derrames y percolación profunda durante la aplicación en el predio.

En el Cuadro 12 se presentan para un año 80% los gastos medios mensuales del río Choapa en Cuncumén. Debe considerarse que los gastos señalados en el cuadro representan las disponibilidades de agua de riego para el sector con mayor superficie bajo cota de canal (zona principal de riego con 10.520 hás). También se inserta en dicho cuadro, la estadística de gastos medios mensuales durante el año 1978-1979.

C U A D R O 12.

Disponibilidades del río Choapa

en Cuncumén (m3/seg)

Meses	Año 80%	1978-1979
Mayo	2,88	4,42
Junio	3,10	3,90
Julio	3,40	7,60
Agosto	3,82	8,07
Septiembre	4,80	10,63
Octubre	9,20	25,70
Noviembre	14,30	53,91
Diciembre	7,21	59,87
Enero	4,74	32,14
Febrero	3,80	13,34
Marzo	3,30	8,63
Abril	3,10	6,77
Promedio anual	5,30	19,58

Fuente : Año 80% : CORA : Plan Choapa.

Año 78/79.D.G.A. -Illapel.

2.1.12. Calidad de las aguas.

Los análisis químicos efectuados en el agua superficial y subterránea del valle del río Choapa permiten clasificarla como apta para el consumo humano y el riego.

De acuerdo con la pauta del Laboratorio de Salinidad de los E.E.U.U. el agua se clasifica como C2S1. Esto significa que puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos pueden cultivarse plantas moderadamente tolerantes a las sales, sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad. Además, es posible usarla en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

En el Cuadro 13 se presentan los análisis químicos de aguas en diferentes puntos del valle.

C U A D R O 13.

Análisis químicos del agua superficial y subterránea del valle.

Muestra	Ubicación	(1) CE	pH	(2) RAS	Clasificación
A. Subterránea	Cuncumén	371	7,8	0,7	C2S1
	Coirón	380	7,8	0,6	C2S1
	El Tambo	449	7,9	0,7	C2S1
	Desembocadura	644	8,1	1,8	C2S1
A. Superficial	Coirón	332	7,8	0,6	C2S1
	Salamanca	371	7,8	0,6	C2S1
	Illapel	468	8,1	1,3	C2S1
	Huentelauquén	468	7,9	1,0	C2S1

Fuente: CORA Plan Choapa

(1) CE :Conductividad eléctrica por un millón a 25ºC.

(2) RAS:Relación de adsorción del sodio.

2.2 Predios y lugares seleccionados para realizar el Estudio.

Los predios y lugares en los cuales se efectuó el Estudio, fueron seleccionados siguiendo los alineamientos básicos fijados en los objetivos : realizar las mediciones en los cultivos preponderantes y en los sectores y predios característicos del área en relación al riego, con el propósito de universalizar la información. Más adelante en el capítulo metodológico se indicarán los criterios utilizados en la selección.

En el Cuadro 14 se presentan los predios elegidos, su ubicación, superficie y cultivo estudiados.

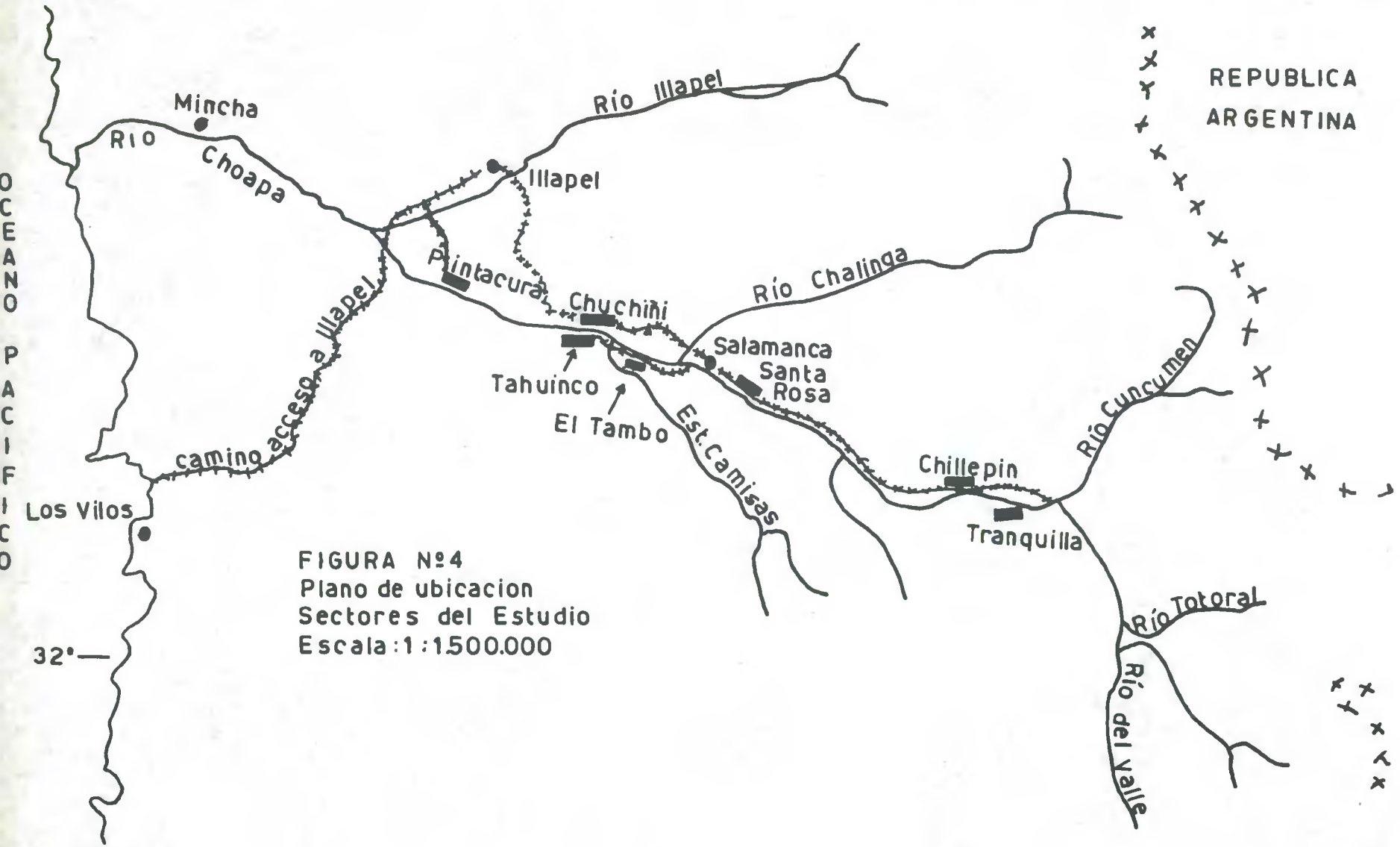


FIGURA Nº4
Plano de ubicacion
Sectores del Estudio
Escala: 1:1.500.000

C U A D R O 14.

Predios y lugares del Estudio

Nombre predio	Localidad	Cultivo estudiado	Sup neta estudiada	Ubicación (1)
Pintacura Norte	Pintacura	Trigo	9,06	35 km al N.poniente
Parcela N°64	Tahuinco	Trigo	1,69	10 km al poniente
Parcela N°39	Tranquilla	Frejol	1,01	32 km al S.oriente
Parcela N°134	El Tambo	Frejol	1,16	8km alponiente
San Rafael	Chuchuñí	Tabaco	1,29	11 km al poniente
San Rafael	Chuchiñí	Alfalfa	2,67	12 km al poniente
Parcela N°10	Santa Rosa	Tabaco	0,64	3 km al oriente
Parcela N°21	Tahuinco	vid	0,83	12 km al poniente
Parcela N°46	Chillepín	Damasco	1,11	28 km al S. oriente

(1) Ubicación con respecto a Salamanca, donde se ubicó la oficina de la Universidad del Norte.

2.2.1. Fundo Pintacura Norte.-

El fundo Pintacura Norte ubicado en el sector del mismo nombre corresponde a un predio de gran extensión con 94 hectáreas bajo cota de canal, los cultivos preponderantes son: trigo, cebada, frejol y praderas artificiales.

2.2.1.1. Topografía y relieve.

El sector en el cual se realizó el estudio presenta topografía ondulada y una pendiente general del terreno aproximadamente de un 1,77% (Figura N°5). El sector alto tiene una pendiente del 1,45 % y el sector bajo de 1,68 %.

2.2.1.2. Antecedentes del cultivo. (trigo).

El cultivo inicialmente estudiado en Pintacura fue el Trigo, sin embargo, posteriormente se advirtió la existencia de cebada la que ocupó aproximadamente el 40 % de la superficie del potrero, es decir, 3,5 hectáreas.

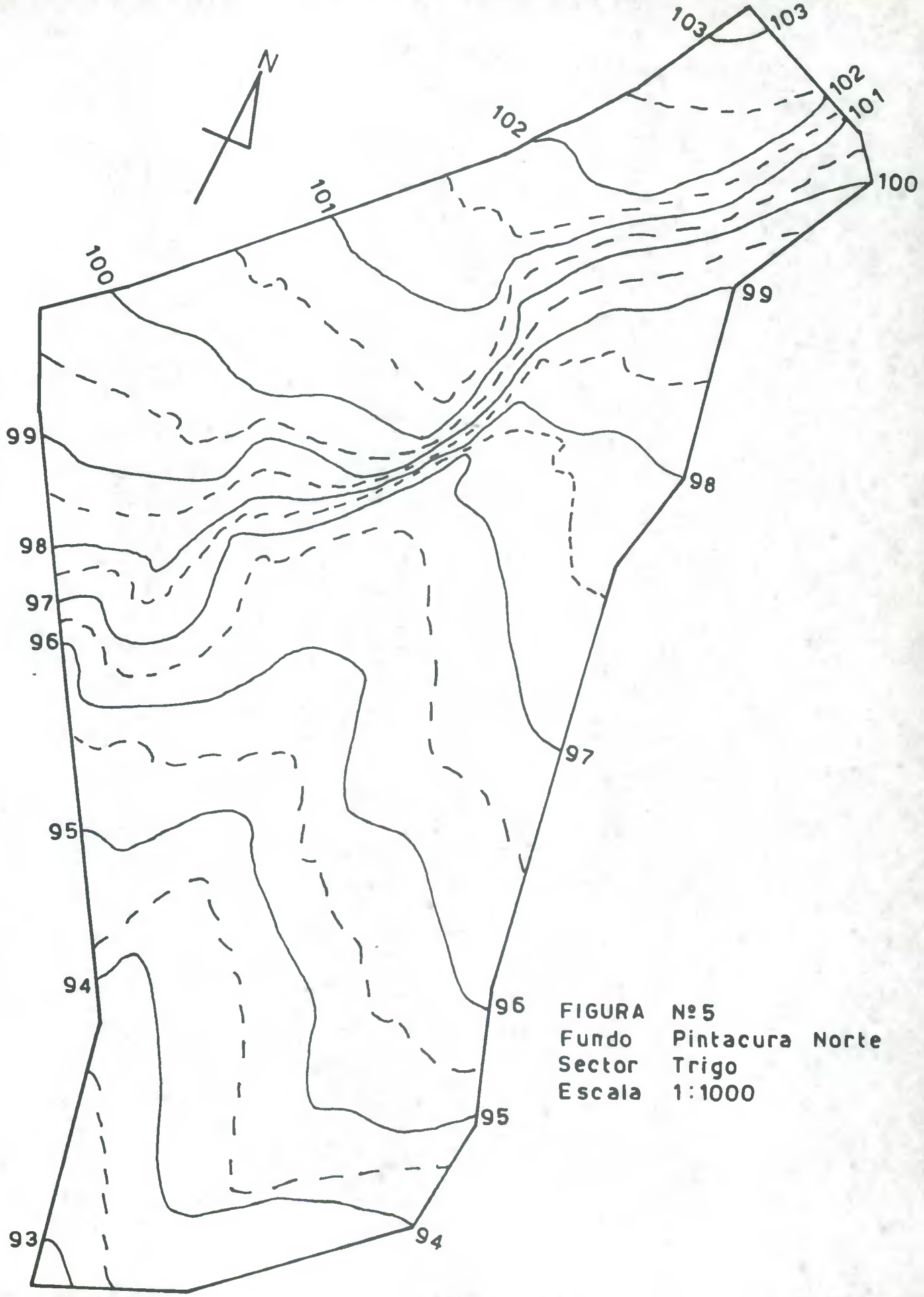


FIGURA Nº5
Fundo Pintacura Norte
Sector Trigo
Escala 1:1000

Las variedades de trigo y cebada cultivada fueron Aurifen y Cervecera respectivamente. La siembra conjunta se efectuó el 1°de Julio de 1978. La cosecha se realizó a fines de mes de Noviembre. Eduardo Vilfor 2

El potrero utilizado en la experiencia se denomina "El Jote Bajo " y fue cultivado con porotos, trigo y pradera artificial los año 77-78,76-77,75-76 y 74-75 respectivamente.

El sector es regado con aguas del río Choapa a través del canal Del Bajo, del cual se tienen derechos a 10 regadores.

2.2.1.3. Suelos.-

El suelo del sector en el cual se ubica el potrero estudiado, corresponde a un antiguo piso de valle con vestigio de llanuras aluviales anteriores.

Se trata de un sector con suelo profundo, sobre 60 cms, con un sustrato gravoso y matriz arcillosa. Suelo de textura franca, de buen drenaje interno. Raíces en profundidad.

La mayor limitación de este suelo está en su relieve ondulado y algunos problemas de drenaje (nivel freático a los 40 cms de profundidad) en un pequeño sector del potrero que en el conjunto no reviste importancia (alrededor de 0,35 hectáreas).

Se ha clasificado el suelo en capacidad de uso IIr.

2.2.2. Parcela N°64 de Tahuinco.

La parcela N°64 de la Cooperativa Asignataria de Tahuinco corresponde a un predio asignado por la Corporación de la Reforma Agraria. Está dedicado fundamentalmente al trigo, frejol y tabaco y tiene una superficie de 10 hectáreas.

2.2.2.1. Topografía y relieve.

El sector elegido para efectuar el estudio de eficiencia de riego presenta una topografía plana con una pendiente levemente inferior al 3,0% (Figura N°6).

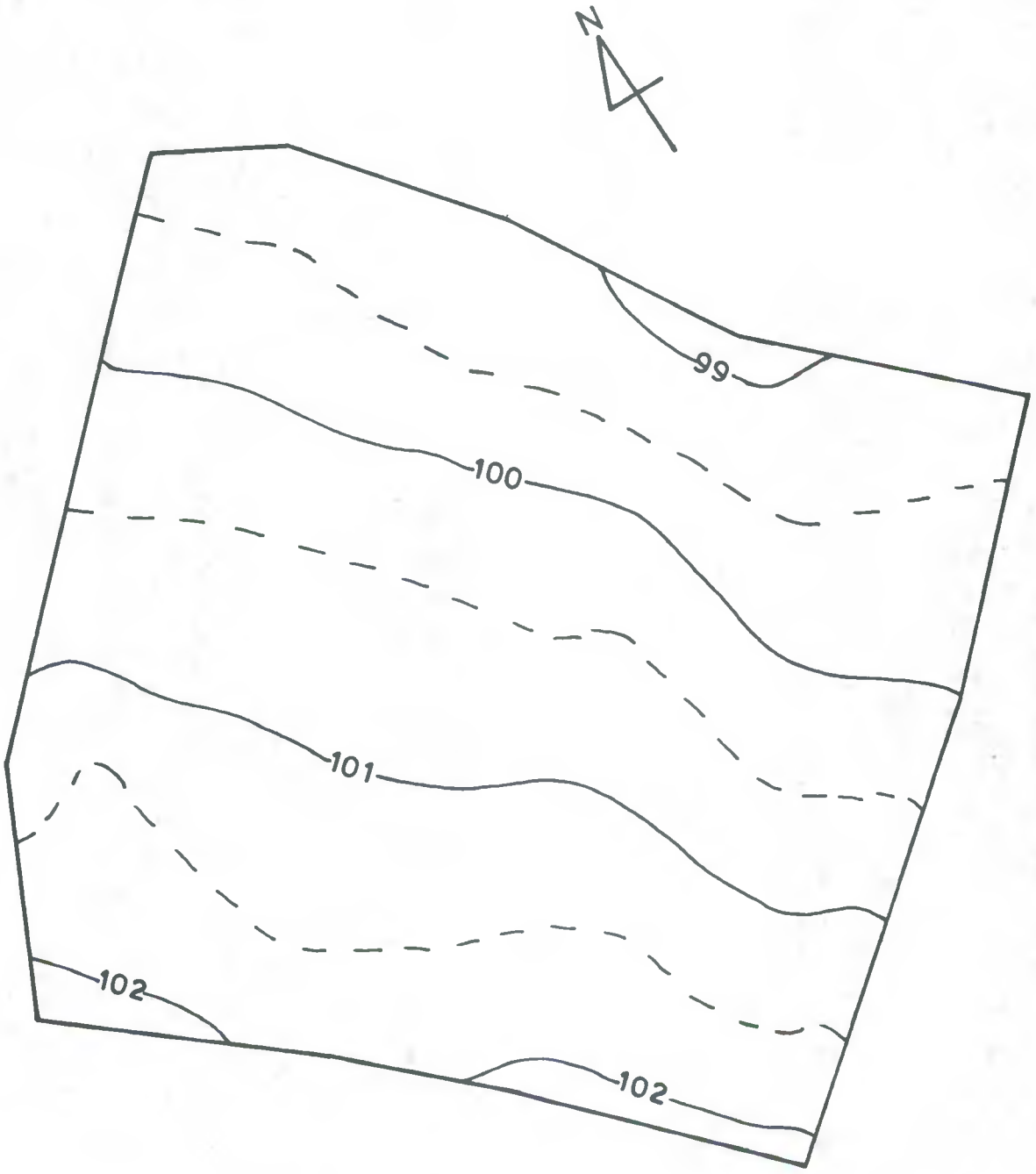


FIGURA Nº6
Parcela Nº64 de Tahuinco
Sector Trigo
Escala 1:1000

2.2.2.2. Antecedentes del cultivo (trigo)

Se efectuó el estudio en trigo el cual ocupó una superficie de 1,69 hectáreas netas.

La variedad de trigo sembrada fue Aurifén y la dosis empleada de 170 kg/ha. La siembra se realizó el 18 de Junio de 1978 y la cosecha a comienzos del mes de Diciembre.

El estudio se desarrolló en el potrero denominado "Promediado" cuya ultima rotación cultural fue: trigo,frejol, tabaco y trigo (actual cultivo).

El riego se efectúa con aguas del río Choapa a través del canal Buzeta del cual se tienen derechos por 3 regadores.

2.2.2.3. Suelos.-

El suelo del sector estudiado en el trigo de Tahuinco, corresponde a una formación denominada Terraza Fluvial o Terraza Remanente.

Es un suelo profundo (mas de 60 cm), textura franco arcillosa, drenaje interno bueno y externo regular, sin piedras superficiales y que descansa sobre un sustrato suelo compuesto por gravas con matriz arenosa.

Su mayor limitación está en su ineficiente capacidad para el drenaje superficial de las aguas de riego. Sin embargo, este problema es de solución inmediata corrigiendo la red de desagues.

Se ha clasificado en Clase de Capacidad de Uso I por lo cual es apto para cualquier cultivo de la zona.

2.2.3. Parcela N°39 de Tranquilla.

La Parcela N°39 de la Cooperativa Asignataria de Tranquilla Ltda., corresponde a un predio asignado por la Corporación de la Reforma Agraria. Está dedicado preferentemente al frejol y praderas naturales mejoradas. Su superficie es de 3,0 hectáreas.

2.2.3.1. Topografía y relieve.

El área en la cual se efectuó el estudio de eficiencia de riego presenta topografía inclinada con una pendiente general del terreno del 7,8% (Figura N°7).

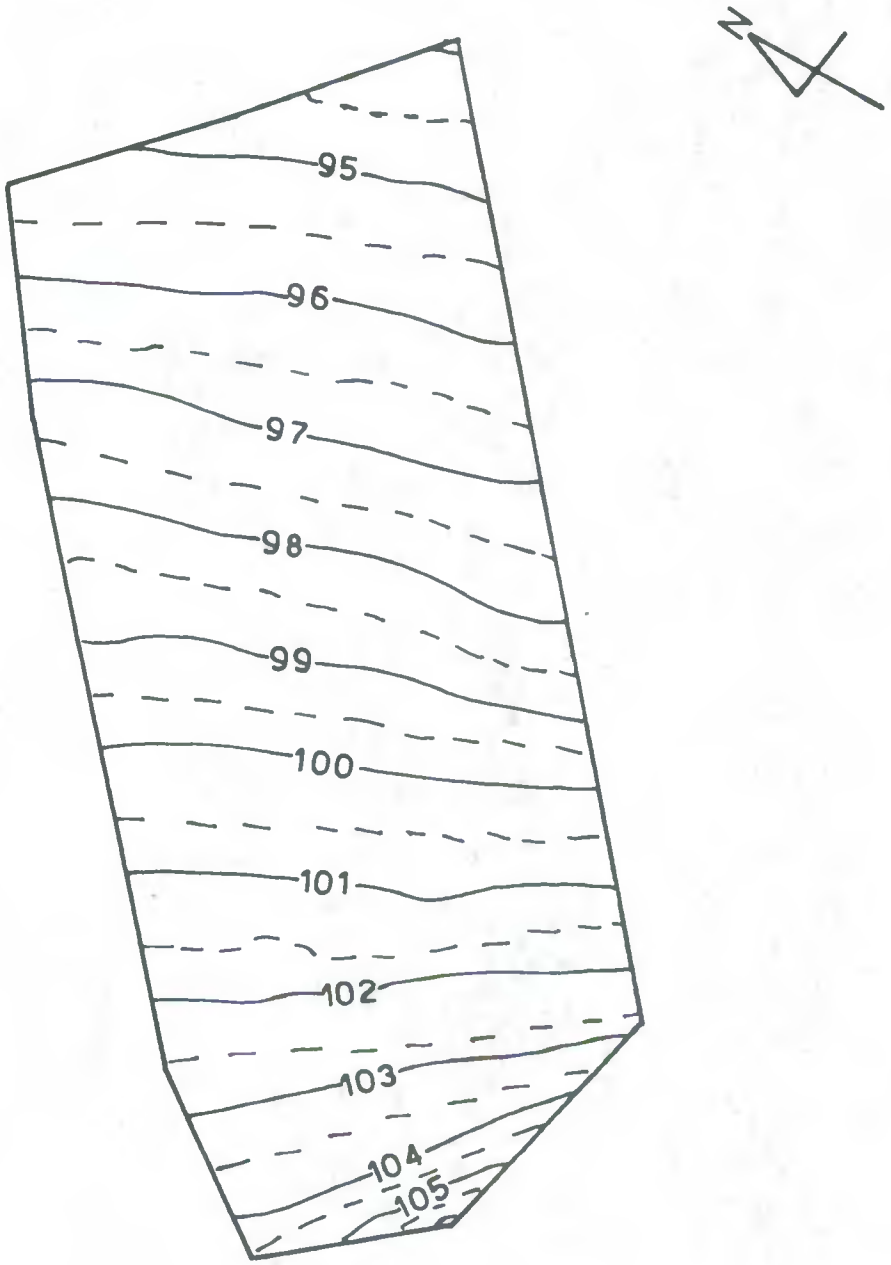


FIGURA Nº7
Parcela Nº39 de Tranquilla
Sector Frejol
Escala 1:1000

2.2.3.2. Antecedentes del cultivo (frejol)

El estudio se efectuó en frejol en una superficie neta de 1,01 hectáreas. La variedad empleada fue Tórtola.

La siembra se efectuó el 6 de Noviembre de 1978 ocupando semilla corriente (sin certificar) en una dosis de 140 kg/ ha . La cosecha se realizó a fines de Febrero.

El potrero el cual se efectuó la experiencia se denomina "Los Perales" y los cultivos anteriores han sido: frejol (cultivo actual), trigo, frejol,ají y pasto natural.

El riego se efectúa por el canal El Molino (del río Choapa) del cual hay derechos por 1 regador.

2.2.3.3. Suelos.

El suelo en que se ubicó el cultivo del frejol en Tranquilla es de tipo aluvial antiguo.

Suelo profundo, descansa sobre un sustrato de piedras con ripio, con buen desarrollo de raíces en el perfil. Su drenaje interno es bueno al igual que el externo. Textura franca.

Sus limitaciones estan dadas por la pedregosidad superficial y la fuerte pendiente del terreno, esto último exige un riego cuidadoso.

Debido a su pendiente, se ha clasificado el suelo de Tranquilla en Clase III de Capacidad de Uso.

2.2.4. Parcela Nº 134 de El Tambo.

La parcela Nº 134 de la Cooperativa Asignataria El Tambo, es un predio del área reformada asignado por la Corporación de la Reforma Agraria. Los cultivos más importantes son frejol, tabaco y praderas artificiales. La superficie del predio es de 6,33 hectáreas.

2.2.4.1. Topografía y relieve.

El sector estudiado en la Parcela Nº 134 de El Tambo, presenta topografía plana con una pendiente del 1,01 % (Figura Nº8).

2.2.4.2. Antecedentes del cultivo (frejol).

Se efectuó la determinación de la eficiencia de riego en frejol de exportación en una superficie de 1,16 hectáreas netas.

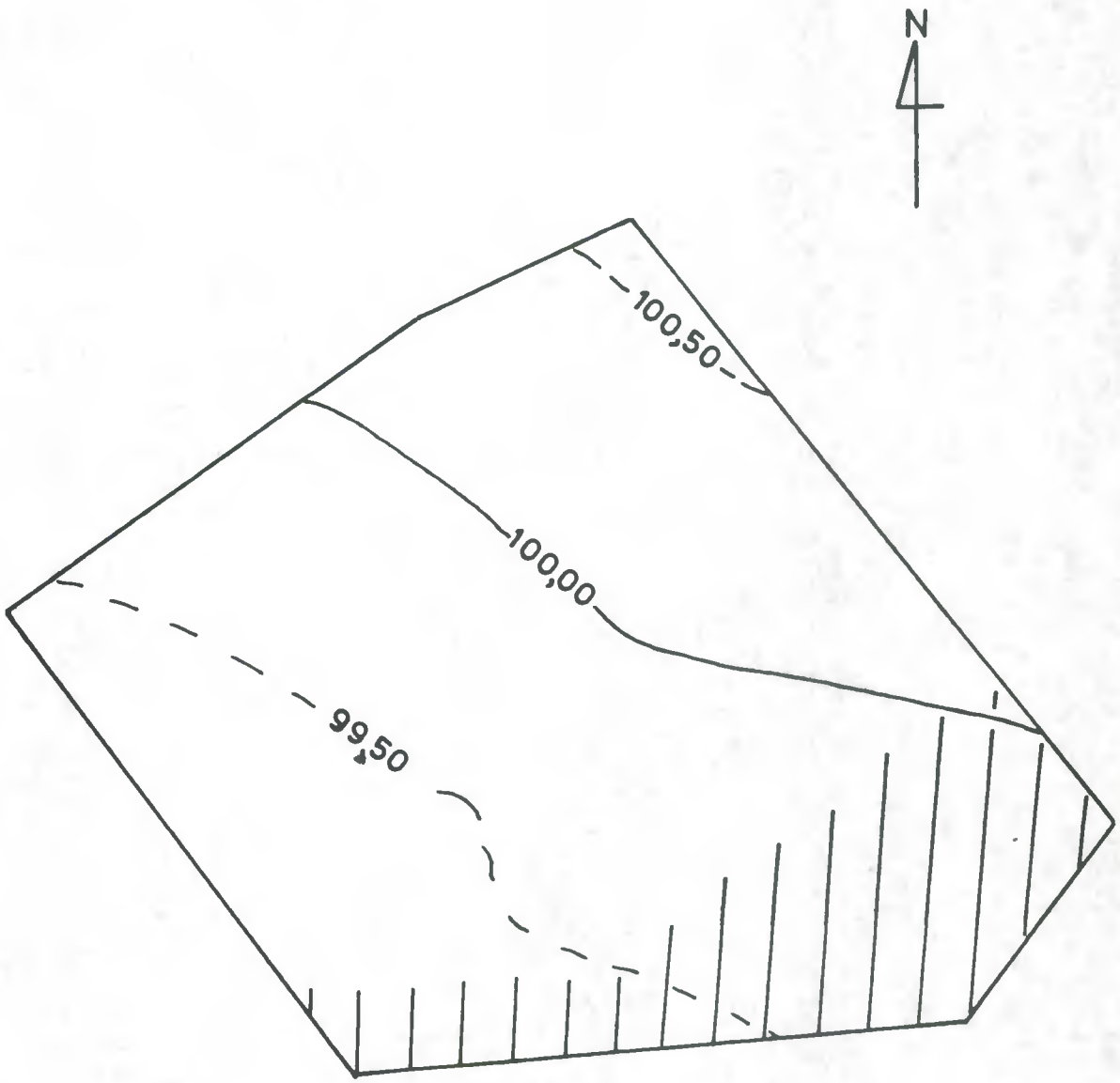


FIGURA Nº8
Parcela Nº134 de El Tambo
Sector Frejol
Escala 1:1000

Area efectivamente regada

La siembra se efectuó entre el 21 y el 28 de Octubre de 1978. Se utilizó semilla certificada en una dosis de 100 kg/ha . La cosecha se efectuó a mediados de Febrero.

El potrero en estudio se denomina "Los Peralitos" y anteriormente estuvo cultivado con trébol rosado (últimos 4 años).

El riego se efectúa por el canal Tahuincano con aguas provenientes del río Choapa.

2.2.4.3. Suelos.

Al igual que el resto de los sectores estudiados, el terreno cultivado con frejol en El Tambo, corresponde a un suelo de desarrollo aluvial ubicado en terrazas de posición intermedia.

En cuanto a la profundidad, es un suelo delgado (menos de 20 cms de profundidad) con un sustrato compuesto de piedras de gran volumen, 20- 30 cms de diámetro, lo cual le resta posibilidades de desarrollo radicular. Textura franca, con drenaje interno deficiente y pedregosidad superficial.

De los suelos estudiados, el presente es el de menor calidad (Clase de Capacidad de Uso IV) debido fundamentalmente a sus limitaciones por mal drenaje y escasa profundidad.

2.2.5. Parcela San Rafael.

La Parcela N°5 "San Rafael" de Chuchiñí corresponde a un predio asignado por la Caja de Colonización Agrícola. Sus cultivos mas importantes lo constituyen el tabaco y las praderas artificiales.

En este predio se observaron dos cultivos:Alfalfa y tabaco.

2.2.5.1. Topografía y relieve.

Los dos sectores estudiados en la Parcela San Rafael presentan topografía plana. Sin embargo, la pendiente del sector con alfalfa es de un 1,45 % (Figura N°9) y la del potrero con tabaco es de 2,67 % (Figura N°10).

2.2.5.2. Antecedentes del cultivo (alfalfa).

El potrero de la alfalfa,denominado "Potrero Grande", ocupa una superficie de 2,67 hectáreas netas.

La siembra se efectuó el año 1974. La dosis empleada fue de 25 kg/ha de semilla certificada de la variedad Moapa. Durante el desarrollo de la pradera se aplicaron pesticidas contra el pulgón verde. Los cortes de pasto se efectuaron en Noviembre (el cual no fue aprovechado por una inoportuna lluvia

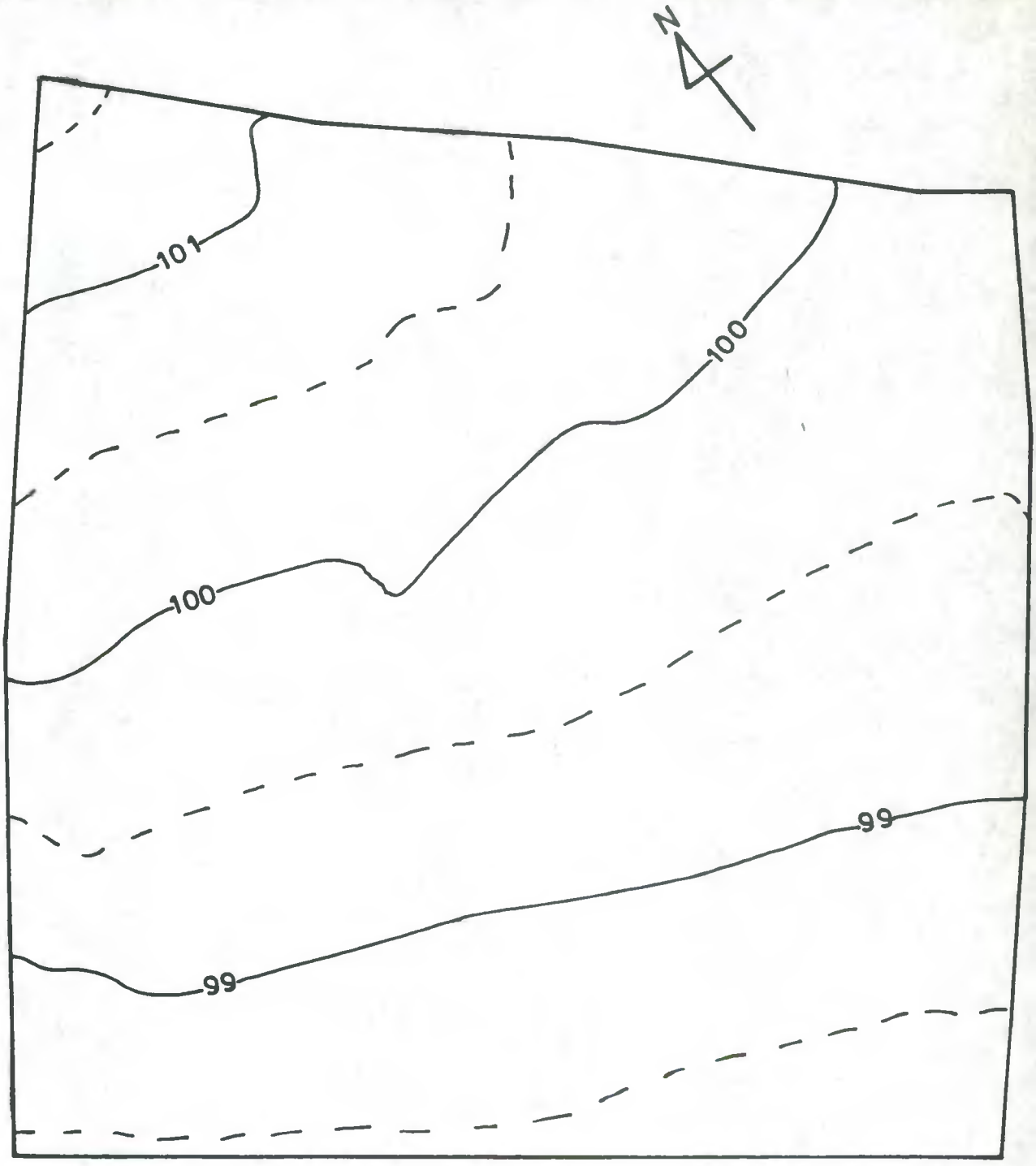


FIGURA Nº9
Parcela San Rafael de Chuchiñi
Sector Alfalfa
Escala 1:1000

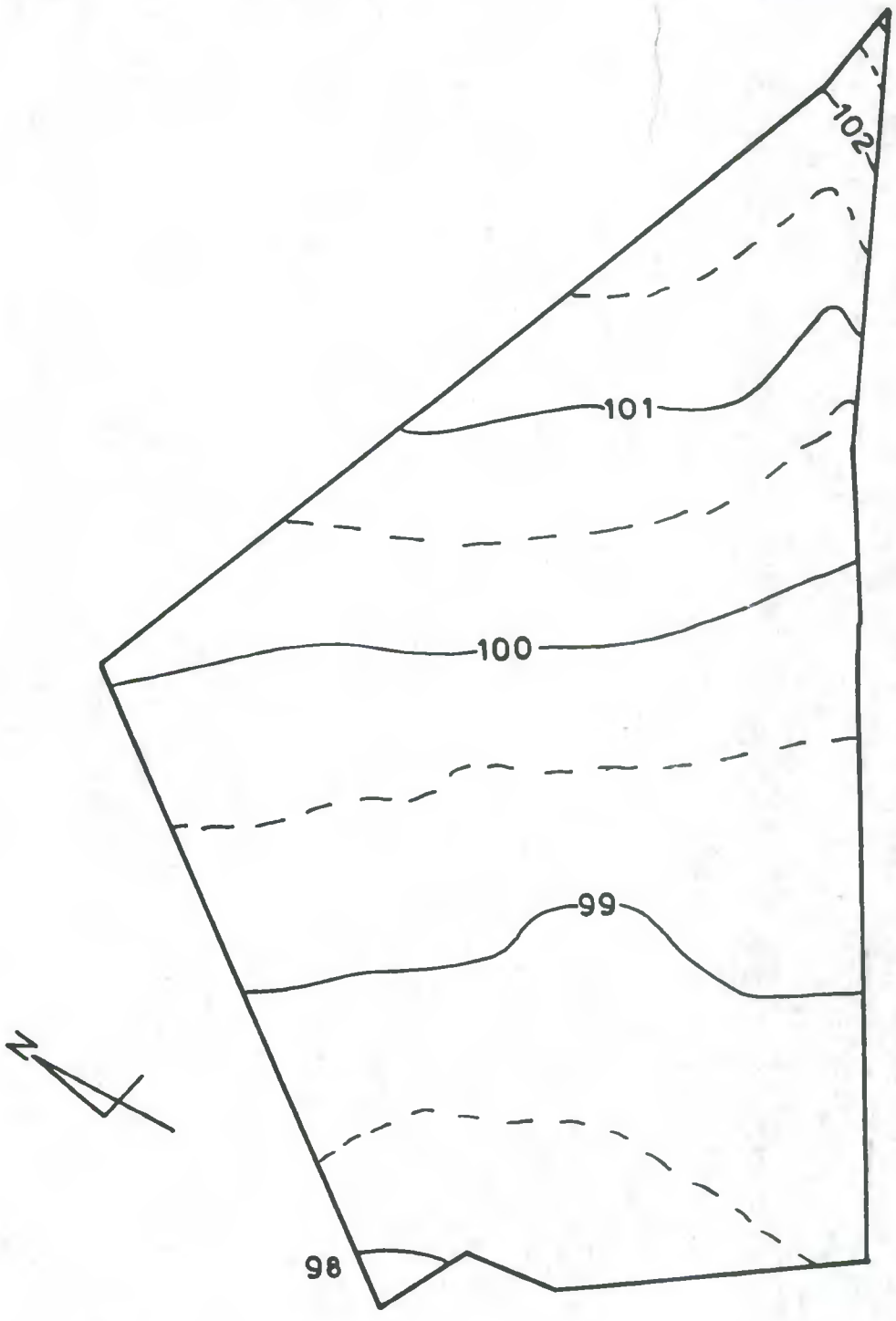


FIGURA Nº 10
Parcela San Rafael de Chuchiñi
Sector Tabaco
Escala 1:1000

ocurrida durante el secado del pasto), en Diciembre, en Enero y en Febrero.

Con anterioridad a la alfalfa, el potrero fue cultivado con tabaco.

El sector estudiado se riega con aguas del río Choapa a través del canal El Boldo del cual se tienen derechos por 18,5 acciones de un total de 200.

2.2.5.3. Antecedentes del cultivo 2 (tabaco)

El otro cultivo estudiado en la Parcela San Rafael fue el tabaco variedad Virginia con una superficie de 1,29 hectáreas netas.

El cultivo del tabaco en la zona es asesorado técnicamente por la Compañía de Tabacos, la cual exige un rígido cumplimiento, por parte de los agricultores, de las normas técnicas impuestas por dicha Compañía para el cultivo.

La siembra del almácigo se efectuó entre Julio y Agosto de 1978 y la plantación en el mes de Octubre. Se utilizaron 22.000 plantas por hectáreas para el transplante. Se fertilizó con superfosfato en dosis de 100 kg/ha y se aplicaron desinfecciones contra insectos chupadores y masticadores. La cosecha se efectuó en el mes de Marzo (mediados).

El tabaco se sembró en el potrero "Las Calas" cuyos cultivos anteriores fueron trigo y alfalfa.

El riego se efectuó a través del canal Las Viudas (del río Choapa) con derechos a 11,5 acciones de un total de 100.

2.2.5.4. Suelos.

El suelo en Chuchiñí, tanto del tabaco como de la alfalfa es, desde el punto de vista de su desarrollo, de tipo aluvial.

Las características de ambos suelos son los siguientes.

Suelos profundos, gravillosos, de textura franco arcillosa y buen drenaje interno y externo. Se observa un buen desarrollo de raíces en el perfil del suelo .

Suelos sin limitaciones, aptos para todos los cultivos de la zona. En el caso del tabaco, el sector considerado en el estudio es parte de uno mayor que constituye el potrero propiamente tal. Este último si presenta problemas por relieve ondulado y fuerte pendiente que haría variar el criterio de clasificación.

La clasificación en Capacidad de Uso de ambos suelos es I con la salvedad hecha anteriormente para el tabaco.

2.2.6. Parcela N°10 de Santa Rosa.

La Parcela N°10 de Santa Rosa fue asignada por la Caja de Colonización Agrícola. Este predio se dedica fundamentalmente al cultivo del tabaco y praderas artificiales. Su superficie es de 13,85 hectáreas.

2.2.6.1. Topografía y relieve.

La parcela N°10 de Santa Rosa presenta topografía plana con pendiente del 1,85 % (Figura N°11).

2.2.6.2. Antecedentes del cultivo (tabaco).

El tabaco se plantó el 15 de Octubre de 1978 con plantas provenientes de la Compañía de Tabacos. La variedad utilizada fue Virginia Caker 86. Se aplicó salitre potásico - (400 kg/ ha) y las desinfecciones recomendadas. Se cosechó a fines de Febrero.

El potrero ocupado en el cultivo se denomina "Del Medio" y su rotación ha sido la siguiente: Alfalfa, tabaco (actual cultivo).

El agua de riego proviene de canal Pardo o Chalingano.

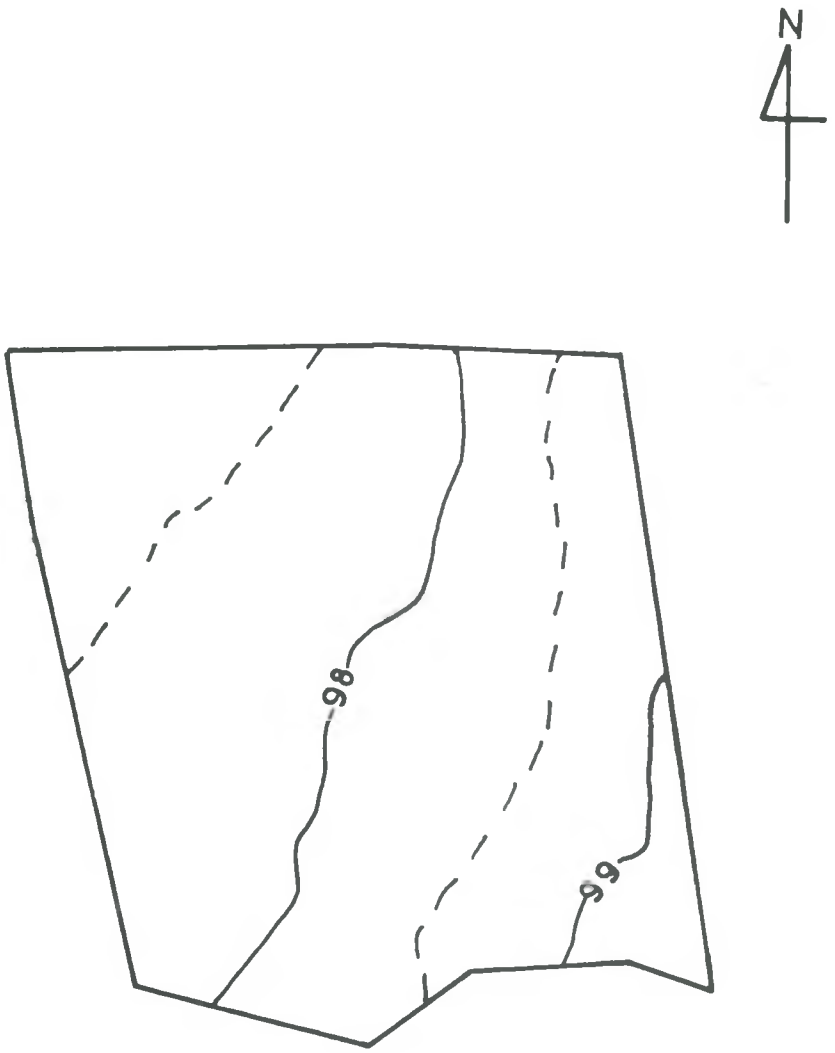


FIGURA Nº 11
Parcela Nº 10 de Santa Rosa
Sector Tabaco
Escala 1:1000

2.2.6.3. Suelos.

En el tabaco ubicado en el sector de Santa Rosa se presenta un suelo poco evolucionado de tipo aluvial.

Sus características más relevantes son: suelo profundo,descansando sobre un sustrato de grava con matriz arenosa, textura franca. Su drenaje interno es regular debido a un nivel freático que atreviesa el potrero, el cual sin embargo no lo afecta directamente. Drenaje externo bueno.

Este suelo no presenta limitaciones, salvo una pequeña concentración de piedras superficiales en las cabeceras de acequias.

Se ha clasificado en Clase I de Capacidad de Uso.

2.2.7. Parcela N°21 de Tahuinco.

La Parcela N°21 de la Cooperativa Asignataria Tahuinco, corresponde al área reformada y fue asignada por la Corporación de la Reforma Agraria. La mayor importancia, entre los cultivos, la tiene obviamente, la vid la que ocupa 3,4 hectáreas de las 7,5 totales del predio.

2.2.7.1. Topografía y relieve.

La Parcela N°21 de Tahuinco es un predio de topografía plana y pendiente homogénea de un 1,75% (Figura N°12) . La pendiente en el sentido de las hileras es del 1,5%.

2.2.7.2. Antecedentes del cultivo (vid).

Corresponde a una viña de 12 años aproximadamente de la variedad cabernet para uva vinera o pisquera.

La densidad de plantas es de 380 unidades por hectárea. El sector estudiado tiene 2680 parras lo cual significa una superficie de 0.83 hectáreas netas.

El potrero ("La Viña") en el que se efectuó la experiencia se riega con aguas del canal Buzeta del cual corresponde el 21% del total al sector estudiado.

La vendimia se efectuó entre el 16 y el 20 de Marzo.

2.2.7.3. Suelos.

El sector de la viña de Tahuinco corresponde a una formación de Terraza fluvial, al igual que el suelo del otro cultivo ubicado en esta localidad (trigo).

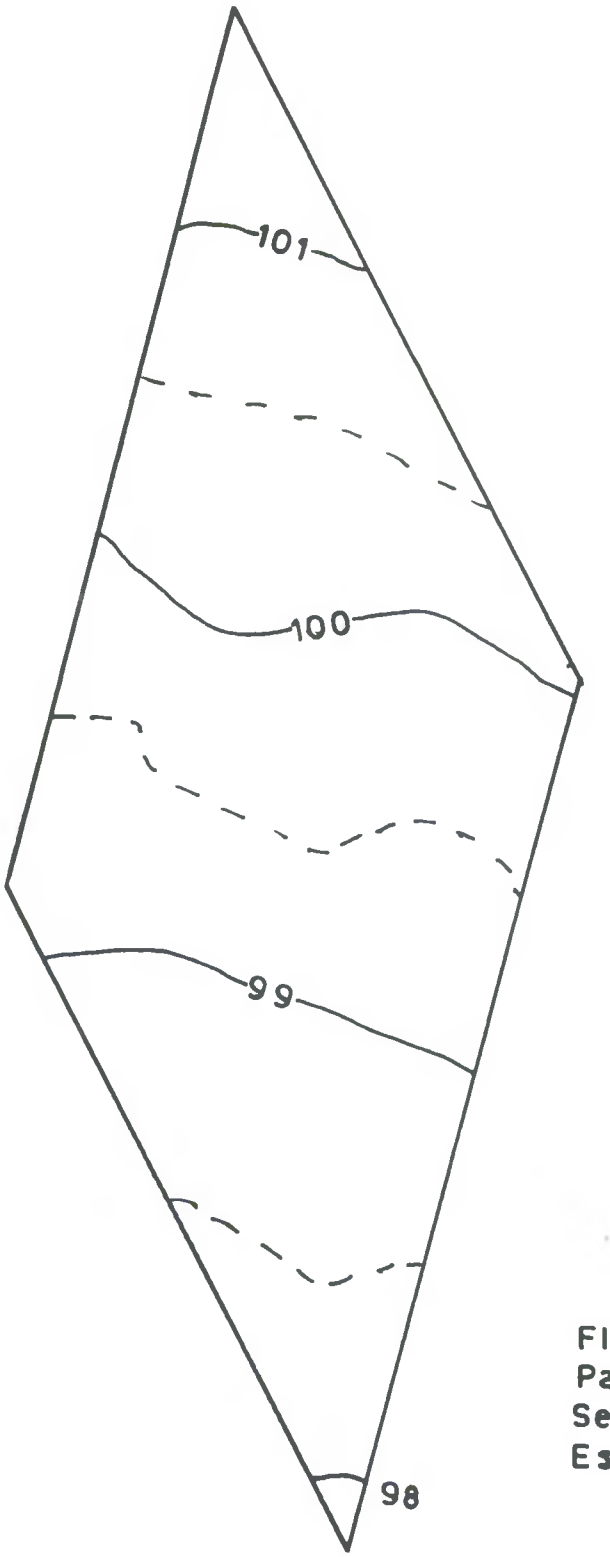


FIGURA Nº12
Parcela Nº21 de Tahuinco
Sector Vid
Escala 1:1000

Es un terreno profundo con una gruesa estrata arenosa en profundidad lo cual le confiere buenas características de drenaje interno. Su drenaje externo es tambien bueno.

Debido a la pequeña limitación que le confiere el sustrato arenoso sobre el cual descansa el suelo, se ha clasificado en Clase III de Capacidad de Uso.

2.2.8. Parcela N° 46 de Chillepín.

La Parcela N° 46 del ex Asentamiento Chillepín está dedicada en su totalidad, 4 hectáreas, a la explotación frutal, especialmente demascos. El resto de la superficie del predio, 5 hectáreas, corresponde a un sector de caja de río.

2.2.8.1. Topografía y relieve.

El predio tiene topografía plana y pendiente 2,35% en el sentido del riego (Figura N° 13)

2.2.8.2. Antecedentes del cultivo (damasco).

La Parcela tiene damascos en plena producción, 8 años, de las variedades Tiltol y Paviot (tardía y temprana respectivamente).

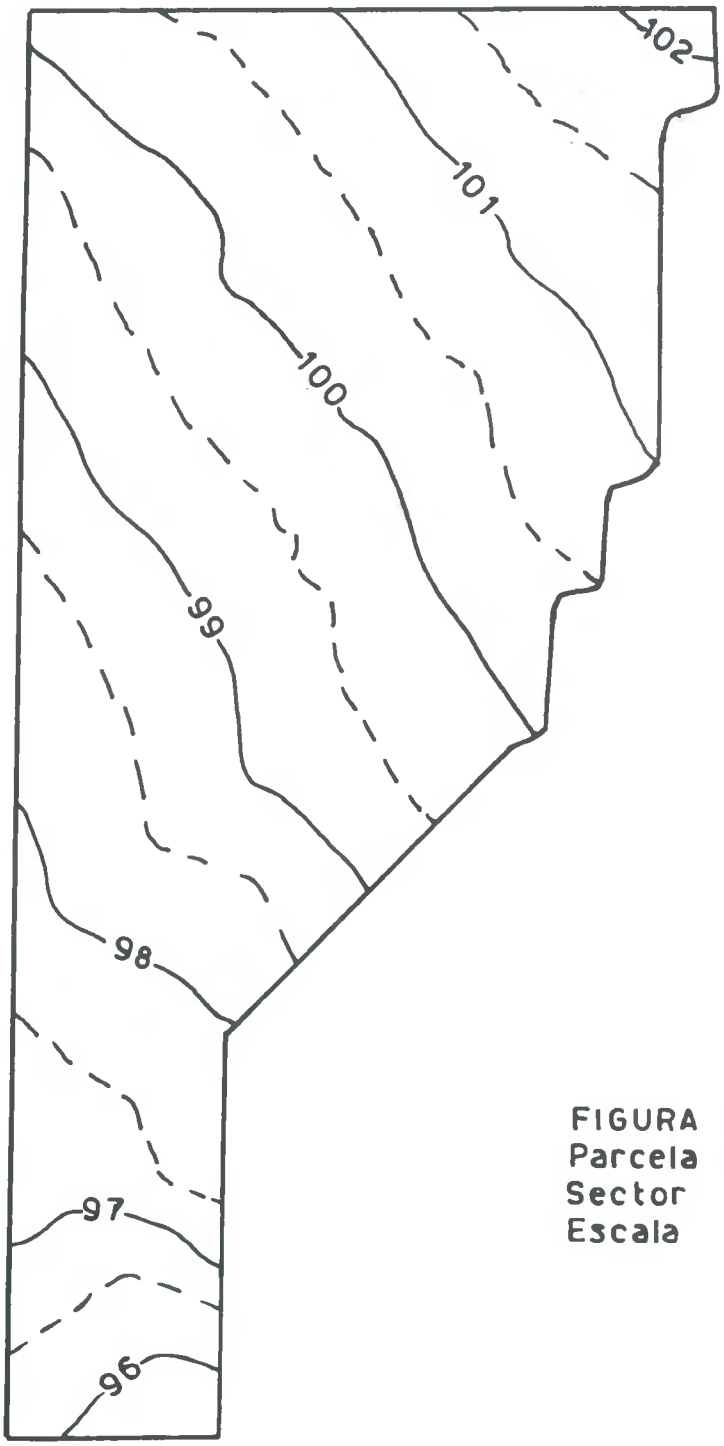


FIGURA Nº13
Parcela Nº 46 de Chillepin
Sector Damasco
Escala 1:1000

La densidad de plantación es de 200 árboles por hectárea. El sector estudiado tiene 226 damascos y una superficie neta de 1,11 hectáreas.

El riego de la parcela se efectúa por el canal Araya el cual no posee compuerta de regulación.

La cosecha del damasco se efectuó entre el 25 de Diciembre y el 7 de Enero período en el cual no se efectuaron riegos.

2.2.8.3. Suelos.

El sector de Chillepín posee suelos de origen aluvial ubicado en terrazas de posición intermedia.

Es un suelo profundo, descansando sobre un sustrato arenoso con gran cantidad de piedras en profundidad de diámetros alrededor de 5cms. Su drenaje, al igual que en el sector de tabaco en Santa Rosa, es bueno. Sin embargo, existe una corriente freática que atraviesa el potrero.

Debido a la presencia de piedras en profundidad, lo cual limita el crecimiento de las raíces de los cultivos, se ha clasificado este suelo en Clase III de Capacidad de Uso.

3. M E T O D O L O G I A .

Para cumplir con el objetivo del estudio, ya señalado, se planteó una metodología simple que permitiese reflejar, lo mas fielmente posible, lo que ocurre en el sector de riego mas importante del río Choapa, con relación a la aplicación del agua.

En primer lugar, se seleccionaron zonas, cultivos y predios que fuesen representativos de la situación general del sector. Posteriormente, se ubicaron estructuras aforadoras que permitiesen medir los caudales de riego en cada potrero. Junto a esto, se determinó la humedad del suelo antes y después del riego, con el objeto de establecer el agua almacenada en la zona de raíces de las plantas.

Por otro lado, se efectuaron determinaciones específicas que permitiesen evaluar la calidad del riego y realizar comparaciones entre las distintas eficiencias medidas.

A continuación se describen las metodologías específicas utilizadas en este estudio.

3.1. Cultivos y Sectores.

La definición de cultivos y sectores fue hecha, considerando los siguientes aspectos:

- Que los cultivos fuesen los preponderantes, teniendo presente la proyección agrícola futura del valle.
- Que los cultivos abarcarán un amplio rango de alternativas , desde frutales a cultivos anuales de corto período vegetativo.
- Que los sectores fuesen representativos del valle en relación a los suelos, cultivos, disponibilidades de agua y nivel de - técnificación del regadío .
- Que en los sectores, la superficie ocupada por los cultivos - fuese de importancia con respecto al resto de ellos.

3.2. Selección de predios.

Una vez decidido los cultivos y sectores, se establecieron los predios y dentro de ellos la ubicación exacta del área a estudiar. Para este efecto, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Buena disposición por parte del propietario.
- Fácil acceso al área a estudiar.
- Que el riego del área a estudiar no excediera a una jornada.
- Factibilidad para la instalación de los aforadores de entrada y salida.

- Que las condiciones de suelo y topografía del área a estudiar, no constituyesen excepción dentro del sector.
- Que la técnica empleada en el predio, desde el punto de vista del manejo del cultivo y la aplicación del riego, fuese representativa del común de los agricultores.

3.3 Superficie y pendiente.

La superficie del área a estudiar se determinó mediante levantamiento topográfico altimétrico con curvas de nivel cada 50 centímetro. La escala utilizada fue 1:1.000.

La pendiente del terreno se obtuvo directamente del plano topográfico.

3.4. Control de riegos.

El control de riegos corresponde a las determinaciones efectuadas durante el desarrollo de ellos. Además, se incluyen en este punto las mediciones de humedad del suelo.

La evaluación de los riegos se efectuó durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo(anuales) o a través del período de riego (permanentes).

La labor que realizó el personal técnico de la Universidad, se circunscribió, solamente, a efectuar mediciones de caudales y humedad del suelo, no interviniendo en la ejecución de los riegos.

3.4.1. Control de humedad del suelo.

El control de humedad del suelo se efectuó mediante el método gravimétrico (Israelsen y Hansen 1965). Este método consiste en extraer una muestra de suelo, pesarla, secarla en horno a 100 - 110°C durante 24 a 48 horas y luego volver a pesarla. La diferencia en peso corresponde al agua retenida por el suelo y se expresa en gramos de agua en 100 gramos de suelo seco, según la relación :

$$Pw = \frac{Psh - Pss}{Pss} \times 100 \qquad (a)$$

donde :

Pw = Contenido de humedad (%)
Psh= Peso del suelo húmedo (gr)
Pss = Peso del suelo seco(gr)

Las mediciones de humedad se realizaron con barreno agrológico a tres profundidades dentro de la zona de - raíces. Para cada riego se efectuaron dos mediciones de humedad, una 24 horas antes y la otra 48 horas después de ejecutado el riego.

3.4.2. Control de caudales.

El control de caudales durante el riego se limitó a medir en forma continua los caudales de entrada y de derra - mes del potrero.Para tal efecto se utilizaron aforadores apropiados a las condiciones topográficas del terreno.

Los aforadores instalados para controlar los gastos de entrada corresponden a vertederos de barrera rectangular de escurrimiento crítico, sin contracción lateral y de pared gruesa.

Los gastos de salida o de derrames se midieron con vertedero triangular de pared delgada y ángulo de escotadura igual a 90°. Estos se instalaron solamente en los sectores cuya topografía permitía la medición.

Los vertederos se construyeron de madera cepillada, con la arista en contacto con el agua forrada en latón para asegurar un óptimo funcionamiento.

Los aforadores se construyeron de un ancho de 0.80 metros y se les ubicó en una canoa, también de madera cepillada, de 1,60 metros de largo por 0,60 metros de alto.

Para el diseño de estos instrumentos y cálculos de las curvas de descarga se consideró la experiencia de la Universidad Católica de Chile en su "Estudio de Técnificación de Riego". (En el Anexo N°2 se presentan los gráficos y tablas pertinentes).

3.4.3. Tiempo de riego.

El tiempo ocupado en regar el área fue determinado directamente por el ayudante técnico encargado de los aforos durante el riego.

3.4.4. Método y frecuencia de riego.

El método de riego utilizado por el agricultor fue diagnosticado directamente durante el desarrollo del regadío del área a estudiar.

Se evaluó en términos cualitativos la calidad del método usado (tendido, surcos, etc.) en base a la observación del estado de los regueros, duración de las "posturas" , cantidad de agua manejada, hábitos del regante, etc.

La frecuencia de riego se determinó mediante consulta directa al agricultor. Este antecedente fue chequeado durante el transcurso de la temporada de estudio.

3.4.5. Mano de obra.

La mano de obra utilizada en el riego de la superficie estudiada, fue determinada en el transcurso del regadío.

Con los antecedentes de volumen de agua de entrada, número de regantes y tiempo de riego, se determinó el caudal de agua utilizada por la mano de obra ocupada en el regadío del área a estudiar.

3.5. Caracterización física e hídrica del suelo.

3.5.1. Estudio agrológico.

El estudio agrológico de la superficie estu - diada consistió en la determinación, mediante calicatas conve - nientemente distribuidas, de las siguientes características del suelo: textura, profundidad, drenaje, grado de desarrollo del perfil, capacidad de uso y factores limitantes.

3.5.2. Constantes hídricas y densidad aparente.

Los constantes hídricas y densidad aparente del suelo, se determinaron según los siguientes procedimientos:

3.5.2.1. Capacidad de campo.

La Capacidad de Campo (C de C) del suelo se determinó mediante el Método Gravimétro descrito en el punto 3.4.1. Para ello se mojó el suelo hasta saturación y se dejó drenar libremente. Luego, 24 a 48 horas después, se extrayeron muestras de humedad. La mojadura se efectuó en el suelo libre de vegetación.

3.5.2.2. Punto de marchitez permanente.

El punto de Marchitez Permanente (PMP) del suelo se obtuvo en forma indirecta a través de la relación C de C/PMP. Según Briggs y Schantz esta relación es igual a 1,84.Estudios posteriores de Doneen recomiendan utilizar la relación 2 para estudios de campo. Este último valor fue empleado con éxito por la Universidad Católica de Chile en el "Estudio de Tecnificación de Riego del valle del río Claro de Rengo" (1972-1975).

En el presente trabajo se utilizó la relación 2 para determinar el Punto de Marchitez Permanente.

3.5.2.3. Densidad Aparente.

La densidad aparente (Db) se obtuvo mediante la extracción de un volumen conocido de suelo y su posterior secado en horno a 100 - 110 °C durante 24-48 Horas. Para tal efecto se utilizó un cilindro metálico de volumen conocido.

3.5.3. Infiltrometría

Las características infiltrométricas del suelo se determinaron mediante el Método de Cilindro Infiltrómetro.

El método consiste en aplicar una determinada carga de agua al suelo y medir el descenso del nivel del líquido en función del tiempo.

La ecuación de Infiltración Acumulada se obtuvo en forma analítica por el método de los mínimos cuadrados.

3.5.4. Capacidad de retención de humedad

La Capacidad de retención de humedad del suelo se determinó según la siguiente relación, descrita por Blair , 1957.

$$CRH = \frac{C \text{ de } C - PMP}{100} \times Db \times H\ (b)$$

donde:

CRH = Capacidad de retención de humedad aprovechable del suelo (cms)

C de C = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de Marchitez Permanente (%)

Db = Densidad Aparente (gr/cm3)

H = Profundidad del sistema radical del cultivo (cms)

3.6. Eficiencia de Aplicación.

La eficiencia de aplicación del agua de riego corresponde a la relación existente entre el volumen de agua almacenada en la zona radical de los cultivos y el volumen de agua total aplicado (Israelsen y Hansen, 1965). Se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Ef. Apl.} = \frac{VZR}{VT} \times 100 \quad (c)$$

Los términos utilizados correspondea a :

Ef. Apl. = Eficiencia de aplicación (%)

VT = Volumen de agua total aplicada (m3)

VZR = Volumen de agua en la zona de raíces (m3)

El volumen total de agua aplicada al paño de riego, se determinó sobre la base de las mediciones efectuadas en los aforos instalados a la entrada del área a estudiar.

El volumen de agua almacenada en la zona radical se determinó sobre la base de las mediciones del nivel de humedad del suelo antes y después del riego.

Para tal efecto se utilizó la siguiente relación :

$$VZR = \frac{(PwDR - Pw\ AR)}{100} \times Db \times H \times A$$

en que :

VZR = Agua almacenada en la zona de raíces (m3)

Pw DR = Humedad del suelo después del riego (2)

Pw AR = Humedad del suelo antes del riego (%)

Db = Densidad Aparente (gr/cm3)

H = Profundidad considerada (m)

A = Area estudiada (m2)

3.7. Manejo y características de los cultivos.

3.7.1. Manejo de cultivos.

Las condiciones de manejo de cultivos de determinaron a través de la consulta directa al agricultor.

Los antecedentes requeridos del sector estudiado fueron los siguientes :

- Epoca de siembra
- Rotación cultural

- Dosis de semilla
- Calidad de semilla
- Fertilizaciones
- Aplicación de pesticidas
- Fecha de cosecha
- Labores culturales

3.7.2. Profundidad de raíces.

Para los efectos del muestreo de humedad del suelo, se definió la profundidad radical en base a lo señalado por algunos autores (INIA -SAG , 1968, 1970 y 1971), tomando en consideración aquellas profundidades donde se encuentra la mayor densidad de raíces.

3.7.3. Rendimientos.

Los rendimientos de los cultivos estudiados, fueron constatados en terreno por personal de la Univerdidad.

4. R E S U L T A D O S

4.1. Cultivos y sectores.

Los cultivos y sectores elegidos para efectuar el Estudio de Eficiencia de Aplicación en el Valle del Río Choapa se presentan en el Cuadro 15. Además, se indica la superficie neta y pendiente, en el sentido del riego, de los sectores estudiados.

C U A D R O 15

Cultivos y sectores del Estudio.

Cultivos	Sectores	Superficie (has)	Pendiente (%)
Trigo	Pintacura	9,06	2,5
	Tahuinco	1,69	2,4
Frejol	Tranquilla	1,01	1,8
	El Tambo	1,12	0,9
Tabaco	Chuchiñí	1,29	0,8
	Santa Rosa	0,64	0,8
Vid	Tahuinco	0,83	1,4
Alfalfa	Chuchiñí	2,67	1,4
Damasco	Chillepín	1,11	2,8
Total superficie estudiada.		19,42	

4.2 Constantes hídricas y Densidad Aparente.

Se determinaron los valores de la Capacidad de Campo (C de C), Punto de Marchitez Permanente (PMP) y Densidad Aparente (Db) de cada uno de los sectores estudiados. El promedio para el perfil de suelo considerado en cada caso, se presenta en el Cuadro 16. Los valores determinados en cada estrata se señalan en el Anexo N°3.

C U A D R O 16.

Constantes hídricas y Densidad Aparente.

Cultivo	Sector	C de C (%)	PMP (%)	Db (gr/ cm^3)
Trigo	Pintacura	19,6	9,8	1,56
	Tahuinco	20,8	10,4	1,56
Frejol	Tranquilla	19,1	9,6	1,59
	El Tambo	23,8	11,9	1,43
Tabaco	Chuchiñí	19,4	9,7	1,56
	Santa Rosa	23,5	11,8	1,44
Vid	Tahuinco	12,9	6,5	1,54
Alfalfa	Chuchiñí	20,5	10,3	1,58
Damasco	Chillepín	16,0	8,0	1,74

Nota : En frejol El Tambo y damasco Chillepín, la densidad aparente (Db) señalada corresponde a los 40 y 80 cms, respectivamente.

4.3 Capacidad de retención de humedad y profundidad de raíces en los cultivos estudiados.

La capacidad de retención de humedad en los suelos y profundidad de raíces considerados para cada cultivo estudiado, se señalan en el Cuadro 17.

C U A D R O 17.

Capacidad de retención de humedad (CRH) y profundidad de raíces en los suelos y cultivos estudiados.

Cultivo	Prof. Raíces (cms)	Sector	CRH (cms)
Trigo	60	Pintacura	9,2
	60	Tahuinco	9,7
Frejol	60	Tranquilla	9,1
	60	El Tambo	10,2
Tabaco	60	Chuchiñí	9,1
	60	Santa Rosa	10,1
Vid	120	Tahuinco	11,8
Alfalfa	120	Chuchiñí	19,3
Damasco	120	Chillepín	16,7

4.4 Infiltrometría.

Las características infiltrométricas promedios de los suelos estudiados se presentan en el Cuadro 18. Además , se indica el nivel de humedad del terreno, medido en el momento de efectuar las pruebas. En el Anexo N°4 se señalan las repeticiones efectuadas (tres en cada sector).

C U A D R O 18.

Infiltración acumulada y humedad del suelo al momento de la prueba.

Cultivo	Sector	Inf. Acumulada		Humedad
		k	m	(%)
Trigo	Pintacura	5,0	0,52	12,0
	Tahuinco	3,2	0,53	15,2
Frejol	Tranquilla	5,2	0,52	8,6
	El Tambo	2,7	0,61	16,0
Tabaco	Chuchiñí	8,4	0,44	13,4
	Santa Rosa	3,3	0,49	18,8
Vid	Tahuinco	3,3	0,43	7,6
Alfalfa	Chuchiñí	4,6	0,36	17,2
Damasco	Chillepín	5,7	0,39	15,0

$IA = KT^m$;Ecuación de la Infiltración acumulada.

4.5. Método de riego y mano de obra empleada.

El método de riego que se emplea en mayor proporción en el valle del río Choapa, corresponde al riego por tendido. El riego por surcos se utiliza sin un diseño adecuado lo que hace que funcione tan deficiente como el primero. Métodos de riego por bordes, aspersión o goteo son prácticamente desconocidos en la zona.

Asociado al método de riego se encuentran los caudales utilizados y la mano de obra empleada en regar. Estos aspectos dependen de las disponibilidades del momento, dado por los turnos, más que de criterios técnicos.

En el Cuadro 19 se señalan los métodos de riego utilizados en cada sector. Además, se indica el caudal por jornada hombre promedio utilizado en regar. (Este último aspecto se indica, en detalle para cada riego, en el Anexo N°5).

El caudal utilizado por el regador refleja,en cierta forma, el mayor o menor grado de erosión provocado durante el riego. Se conviene en señalar que caudales entre 30 y 40 l/seg resultan apropiados para el riego (15).

C U A D R O 19

Métodos de riego y caudal por jornada hombre utilizado(l/seg)

Cultivo	Sector	Método de riego	Caudal/regador promedio
Trigo	Pintacura	Tendido	73,0
	Tahuinco	Tendido	53,8
Frejol	Tranquilla	Surcos rectos	27,6
	El Tambo	Surcos rectos	25,7
Tabaco	Chuchiñí	Surcos rectos	78,8
	Santa Rosa	Surcos rectos	25,0
Vid	Tahuinco	Surcos rectos	46,0
Alfalfa	Chuchiñí	Tendido	94,6
Damasco	Chillepín	Tendido y	38,5
		surcos (#)	30,7

(#) A partir del 4° riego se regó por 2 surcos, uno a cada lado del árbol.

4.6. Informe de los riegos efectuados.

En este punto se presenta un recuento de la totalidad de riegos efectuados, controlados o no, de cada sector estudiado. Caba señalar que de acuerdo con el convenio suscrito, la Universidad se comprometió a controlar un minimo de dos(2) riegos mensuales por cultivo. Los antecedentes que se señalan son los siguientes:

- Número correlativo del riego (N°)
- Fecha del primer día de riego (Fecha)
- Frecuencia (en días) (Frec)
- Tiempo ocupado en regar (en horas) (Tiempo)
- Humedad del suelo antes del riego(%) (PwAR)
- Humedad del suelo despues del riego (%) (PwAR)
- Carga de agua plicada (mm) (h)

4.6.1. Trigo en Pintacura (9,06 has.)

N°	Fecha	Frec	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	26-08-78	-	49,6	13,3	19,6	149,4
2	21-09-78	26	26,7	15,0	19,4	85,6
3	3-11-78	12	76,8	16,2	18,6	262,9
4	2-11-78	30	39,8	13,7	16,3	84,7

Pese a que el muestreo de humedad del suelo en el riego N°1 de Pintacura fue mayor del señalado en el Cuadro, se ha optado por suponer que el exceso medido se debe a la precipitación ocurrida al finalizar el riego del sector. En consecuencia, el valor utilizado en cálculos futuros es igual a la Capacidad de Campo de ese suelo (19,6 %).

4.6.2. Trigo en Tahuinco (1,69 hás).

N°	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	22-09-78	-	32,3	10,0	18,2	200,4
2	9-10-78	17	16,9	12,6	18,4	167,9
3	23-20-78	14	8,6	12,8	18,0	156,8

4.6.3. Frejol en Tranquilla (1,01 has).

N°	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	30-11-78	-	26,5	14,9	19,5	187,2
2	12-12-78	12	13,4	11,5	19,5	163,0
3	20-12-78	8	8,2	15,8	18,7	91,1
4	26-12-78	6	9,6	12,9	18,4	86,3
5	2-01-79	7	No controlado			
6	9-01-79	7	6,3	15,8	18,2	99,1
7	16-01-79	7	12,0	15,8	19,4	241,3
8	23-01-79	7	No controlado			
9	30-01-79	7	No controlado			
10	6-02-79	7	11,8	18,2	19,5	119,5
11	12-02-79	6	6,8	16,1	22,5	107,5

Nota : En los riegos N°2 y 11 se mojó sólo la mitad de la superficie.

En el riego N°3 sólo la cuarta parte.

4.6.4. Frejol en El Tambo (1,12 has).

N°	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	9-12-78	-	44,1	14,8	29,2	147,5
2	22-12-78	13	No controlado			
3	4-01-79	13	No controlado			
4	9-01-79	5	No controlado			
5	17-01-79	8	3,1	13,3	28,5	91,8

Nota : La superficie regada en ambos casos fue de 0,25 has.

4.6.5. Tabaco en Chuchiñí (1,29 has)

Nº	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	28-10-78	-	2,0	17,0	19,9	81,6
2	4-11-78	5	No controlado			
3	4-12-78	30	6,5	18,0	19,1	117,2
4	9-12-78	5	No controlado			
5	14-12-78	5	7,2	19,4	21,0	115,2
6	19-12-78	5	4,4	19,9	21,0	118,2
7	24-12-78	5	No controlado			
8	29-12-78	5	No controlado			
9	3-01-79	5	No controlado			
10	8-01-79	5	No controlado			
11	13-01-79	5	5,4	17,5	19,2	57,2
12	18-01-79	5	No controlado			
13	28-01-79	10	4,0	15,5	18,3	120,2
14	1-02-79	4	No controlado			
15	11-02-79	10	3,3	17,4	18,4	53,3
16	21-02-79	10	3,2	17,3	20,2	81,4

Nota: Superficie regada en 1=0,25 has. (riego de "prendimiento").

Superficie regada en 3,5 y 6=1,74 has.

4.6.6. Tabaco en Santa Rosa (0,64 has).

Nº	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	24-10-78	-	1,8	19,2	20,1	16,3
2	8-11-78	15	7,3	20,8	22,8	65,3
3	2-12-78	24	No controlado			
4	13-12-78	11	3,9	18,5	21,5	50,8
5	21-12-78	8	3,7	17,7	20,7	51,9
6	28-12-78	7	4,0	17,4	21,0	44,5
7	4-01-79	7	2,8	15,9	22,0	35,5
8	14-01-79	10	2,5	17,0	20,7	51,4
9	25-01-79	11	No controlado			
10	7-02-79	13	2,5	17,2	20,1	51,3
11	17-02-79	10	3,0	17,3	20,4	47,7

Nota : Riego Nº1 de "prendimiento".

4.6.7. Vid en Tahuinco (0,83 has).

Nº	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	9-10-78	-	5,0	9,2	11,6	81,9
2	31-10-78	22	6,1	9,0	11,6	154,8
3	16-11-78	16	3,8	10,8	12,0	73,0
4	7-12-78	21	4,6	9,5	12,6	91,2
5	20-12-78	13	3,6	9,0	11,3	62,5
6	16-01-79	27	1,2	6,5	10,3	39,2
7	29-01-79	13	3,6	8,4	11,2	57,6
8	14-02-79	16	5,3	9,1	13,6	116,9

Nota ; Sólo se regó 2/3 de la superficie en el riego Nº6. El riego Nº3 fue afectado por una intensa precipitación ocurrida con posterioridad a su ejecución (no se incluye el valor de la precipitación).

4.6.8. Alfalfa en Chuchiñí (2,67 has).

Nº	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	5-10-78	-	16,4	15,3	20,5	175,9
2	20-10-78	15	8,9	17,3	18,2	133,3
3	3-11-78	14	11,3	15,7	21,5	150,2
4	30-11-78	27	18,6	15,2	19,6	203,0
5	15-12-78	15	14,4	15,9	20,1	148,7
6	28-12-78	13	12,4	17,2	19,9	164,5
7	11-01-79	14	14,6	15,5	21,1	204,2
8	30-01-79	19	15,9	17,6	20,2	158,6
9	9-02-79	10	16,7	18,1	21,2	169,1
10	23-02-79	14	14,0	15,3	21,5	193,0
11	7-03-79	12	No controlado			
12	22-03-79	15	9,2	19,4	22,4	173,2

4.6.9. Damasco en Chillepín(1,11).

Nº	Fecha	Frec.	Tiempo	PwAR	PwDR	h
1	11-09-78	-	7,3	12,9	18,0	66,9
2	22-09-78	11	5,3	17,9	19,4	61,4
3	22-09-78	7	4,1	15,5	22,8	68,0
4	6-10-78	7	4,7	11,8	15,0	35,3
5	13-10-78	7	No controlado			
6	20-10-78	7	1,9	13,0	15,3	24,8
7	27-10-78	7	No controlado			
8	3-11-78	7	1,5	11,9	16,5	24,0
9	10-11-78	7	4,6	11,9	16,5	55,6
10	29-11-78	19	No controlado			
11	7-12-78	8	2,1	14,0	17,1	30,7
12	14-12-78	7	3,3	9,7	18,3	27,2
13	20-12-78	6	No controlado			
14	9-01-79	20	5,8	7,9	17,8	32,1
15	17-01-78	8	2,0	9,8	15,2	33,9
16	1°-02-79	15	6,2	8,6	18,1	56,7
17	7-02-79	6	4,9	14,7	19,3	34,1
18	15-02-79	8	No controlado			
19	7-03-79	20	No controlado			
20	22-03-79	15	No controlado			

Nota : La profundidad de muestreo considerada es de 40 cms.

En el riego Nº15 sólo se regó 0,41 hectáreas.

A partir del 4ºriego se regó por surcos.

4.7. Eficiencia de riego.

La relación entre el agua retenida por el suelo en la zona de raíces de la planta y el volumen total aplicado, nos permite establecer la eficiencia de riego. Este aspecto se ha señalado previamente en el capítulo referente a metodología.

En los siguientes puntos se presentan los valores de eficiencia de cada riego. Para ello, se ha confeccionado un cuadro, por sector, con los siguientes aspectos :

- Número de riego con relación al total de ellos(N°)
- Variación en el contenido de humedad del suelo, es decir, la diferencia entre el muestreo después y antes del riego. Se expresa en porcentaje y se simboliza por V C H .
- Factor de conversión a Volumen de agua. Corresponde al producto de la Densidad aparente, profundidad y área involucrada en el riego, dividido por 100. Se simboliza por "Factor" y se expresa en la misma unidad que los Volumenes (M3).
- Volumen retenido en la zona de raíces (VZR).
- Volumen aplicado al sector(VA)
- Eficiencia de aplicación porcentaje(Ef).

En el sector de damasco en Chillepín, se calculó la eficiencia de aplicación sobre la base del supuesto que no hubo percola - ción profunda, es decir, VZR = VI (Se advierte que VI = VZR+VPP y VT = VI+VES). Se procedió de este modo debido a la considera- ble dispersión de las muestras de humedad del suelo en la estra ta profunda.

4.7.1. Eficiencia en Trigo.

Nº	VCH	"Factor"	VZR	VA	EF.
a) Pintacura					
1	6,3	848,0	5.342	13.533	39,5
2	4,4	848,0	3.731	7.757	48,1
3	2,4	848,0	2.035	23.818	8,5
4	2,6	848,0	2.205	7.674	28,7
b) Tahuinco					
1	8,2	158,2	1.297	3.386	38,3
2	5,8	158,2	918	2.838	32,4
3	5,2	158,2	823	2.649	31,1

31.2

> 32.

35.9

4.7.2. Eficiencia en frejol.

Nº	VCH	"Factor"	VZR	VA	Ef.
a) Tranquilla					
1	4,6	96,4	443	1.891	23,4
2	8,0	48,2	386	823	46,9
3	2,9	24,1	70	230	30,4
4	5,5	96,4	530	872	60,8
6	2,4	96,4	231	1.001	23,1
7	4,4	96,4	424	2.437	17,4
10	1,3	96,4	125	1.207	10,4
11	6,4	48,2	309	543	56,9
b) El Tambo					
1	14,4	7,15	103	413	24,9
5	15,2	7,15	109	257	42,4

/33.6

/33.6

Nota: En El Tambo, la profundidad de riego considerada es de 20 cms.

Merece destacarse que el riego Nº 4 de Tranquilla corresponde al de menor carga de agua aplicada (ver punto 4.6.3.)

4.7.3. Eficiencia en Tabaco.

N°	VCH	"Factor"	VZR	VA	Ef
a)	Chuchiñí				
1	2,9	23,4	68	263	25,9
3	1,1	164,7	181	2.039	8,9
5	1,6	164,7	264	2.005	13,2
6	1,1	164,7	181	2.056	8,8
11	1,7	120,7	205	738	27,8
13	2,8	120,7	338	1.550	21,8
15	1,0	120,7	121	688	17,6
16	2,9	120,7	350	1.051	33,3
b)	Santa Rosa				
1	0,9	55,3	50	104	48,1
2	2,0	55,3	111	418	26,6
4	3,0	55,3	166	325	51,1
5	3,0	55,3	155	332	50,0
6	3,6	55,3	199	285	69,8
8	3,7	55,3	205	329	62,3
10	2,9	55,3	160	328	48,8
11	3,1	55,3	171	305	56,1

20 -1.

51.6

4.7.4. Eficiencia en Vid.

Nº	VCH	"Factor"	VZR	VA	Ef
1	2,4	153,4	368	680	54,1
2	2,6	153,4	399	1.285	31,1
3	1,2	153,4	184	993	18,5
4	3,1	153,4	476	757	62,9
5	2,3	153,4	353	519	68,0
7	2,8	153,4	430	478	89,9
8	4,5	153,4	690	970	71,1

Nota : Al riego Nº3 se le han sumado 387 m3 de precipitación ocurrida en el sector (46,6 mm).

4.7.5. Eficiencia en alfalfa.

N°	VCH	"Factor"	VZR	VA	Ef
1	5,2	506,2	2.632	4.696	56,1
2	0,9	506,2	456	3.559	12,8
3	5,8	506,2	2.936	4.011	73,2
4	4,4	506,2	2.227	5.420	41,1
5	4,2	506,2	2.126	3.969	53,6
6	2,7	506,2	1.367	4.391	31,1
7	5,6	506,2	2.835	5.451	52,0
8	2,6	506,2	1.316	4.234	31,1
9	3,1	379,7	1.177	3.386	34,8
10	6,2	506,2	3.138	5.153	60,9
12	3,0	506,2	1.519	4.624	32,9

/43.6

4.7.6. Eficiencia en Damasco.

Nº	VCH	VI	VA	Ef
1	5,8	540	742	72,8
2	1,5	480	681	70,5
3	7,3	448	755	59,3
4	3,2	239	392	61,0
6	2,3	221	275	80,4
8	4,6	216	266	81,2
9	4,6	387	617	62,7
11	3,1	275	341	80,7
12	8,6	275	302	91,1
14	9,9	333	356	93,5
15	5,4	136	139	97,8
16	9,5	558	629	88,7
17	4,6	332	378	87,8

79

Nota : Los volúmenes infiltrados (VI), expresados en m3, se tomaron del Cuadro 22.

4.8. Escurrimiento superficial

Sólo en los sectores de frejol, tabacos y damascos de Tranquilla, Santa Rosa y Chillepín respectivamente, fue posible medir con rigurosidad los derrames por escurrimiento superficial. En los Cuadros 20,21 y 22 se presenta este antecedente.

C U A D R O 20

Volumen de escurrimiento superficial (VES) e infiltrado (VI) en frejol Tranquilla.

Nº Riego	VES(m3)	VI(m3)
1	66	1.825
2	46	777
3	22	208
4	73	799
6	189	812
7	234	2.203
10	307	900
11	73	470

C U A D R O 21

Volumen de escurrimiento superficial (VES) e infiltrado (VI) en tabaco Santa Rosa.

Nº Riego	VES(m3)	VI (m3)
1	23	81
2	19	399
4	14	311
5	31	301
6	33	251
7	36	191
8	42	287
10	63	265
11	59	246

C U A D R O 22.

Volumen de escurrimiento superficial(VES) e infiltrada(VI) en damasco- Chillepín.

N°Riego	VES(m3)	VI (m3)
1	202	540
2	201	480
3	307	448
4	153	239
6	54	221
8	50	216
9	236	387
11	66	275
12	27	275
14	23	333
15	3	136
16	71	558
17	~~332~~ 46	332

4.9. Rendimientos.

Los rendimientos obtenidos en los sectores estudiados, se presentan en el Cuadro N°23.

CUADRO 23.

Rendimientos en los sectores estudiados.

Cultivo	Sector	Rendimiento Total	Kg/ha.
Trigo	Pintacura	31.130	5.600
	Tahuinco	3.267	1.933
Frejol	Tranquilla	2.070	2.050
	El Tambo	2.064	1.853
Tabaco	Chuchiñí	17.498	13.564
	Santa Rosa	12.500	19.531
Vid	Tahuinco	8.500	10.241
Alfalfa	Chuchiñí	8.200	3.071
Damasco	Chillepín	27.750	25.000

Nota : En el Trigo de Pintacura se obtuvo además, un rendimiento en cebada de 14.560 kg., equivalentes a 4.160kgs/ha.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En éste capítulo se analizan los resultados expuestos en el punto anterior, con el objeto de establecer los alcances de la eficiencia de riego obtenida.

Para cada cultivo se confrontan, en primer lugar, la eficiencia determinada en cada riego y los factores variables de éste. En segundo término, se compara la eficiencia anual del cultivo con los factores característicos de cada sector.

Por otro lado, se presenta el valor mensual de eficiencia para cada cultivo considerado en el estudio.

Por último, en base al conocimiento exacto del número de riegos efectuados, se presenta una proyección de la Tasa de Riego anual de cada cultivo.

5.1. Analisis de la eficiencias calculadas.

Se presenta para cada cultivo, un cuadro comparativo con los siguientes factores:

- Número del riego (N°)
- Eficiencia de aplicación (Ef) (%)
- Caudal por jornada hombre (Q/h) (l/seg)

- Humedad antes del riego (PwAR) (%).
- Tiempo de riego (T) (Horas).
- Variación en el contenido de humedad del suelo (VCH) (%).

5.1.1. Trigo Pintacura.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	39,5	75,8	13,3	49,6	6,3
2	48,1	80,4	15,0	26,7	4,4
3	8,5	86,2	16,2	76,8	2,4
4	28,7	53,6	13,7	39,8	2,6

El trigo en Pintacura se caracterizó por ser el sector de mayor superficie de los estudiados. Además, todos los riegos fueron excesivamente largos en cuanto a su duración debido a la costumbre de sólo regar en las mañanas para evitar la "tendidura".

El bajo valor de eficiencia del riego Nº3, se debe posiblemente al gran volumen de agua utilizado y al largo período de regadío (76,8 horas). En este riego fue muy frecuente "repasar" 2 ó 3 veces un sector regado anteriormente.

5.1.2. Trigo Tahuinco.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	38,3	29,1	10,0	32,3	8,2
2	32,4	46,6	12,6	16,9	5,8
3	31,1	85,6	12,8	8,6	5,2

En Tahuinco-trigo cabe señalar que, los rie - gos tuvieron una duración de 6,3 y 1 día respectivamente.

El primer riego,por su calidad de tal, siempre resulta más "lento" que el resto. Además, un corte sufrido en la bocatoma del canal principal tuvo como resultado un caudal de riego demasiado bajo.

5.1.3. Frejol Tranquilla.

N°	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	23,4	19,8	14,9	26,5	4,6
2	46,9	17,0	11,5	13,4	8,0
3	30,4	7,8	15,8	8,2	2,9
4	60,8	25,3	12,9	9,6	5,5
6	23,1	43,9	15,8	6,3	2,4
7	17,4	56,4	15,0	12,0	4,4
10	10,4	28,3	18,2	11,8	1,3
11	56,9	22,1	16,1	6,8	6,4

En Tranquilla, el riego resultó bastante irregular en cuanto a los caudales utilizados y tiempo empleado en regar. Esta irregularidad se explica en parte por la fuerte pendiente del terreno.

El riego N°4 de mayor valor de eficiencia fue a su vez el de menor carga de agua aplicada.

5.1.4. Frejol El Tambo.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	24,9	28,1	14,8	4,1	14,4
5	42,4	23,2	13,3	3,1	15,2

El frejol de El Tambo, el mayor problema observado correspondió a la presencia de un nivel freático que impidió efectuar y controlar en forma normal el regadío. Sólo se midieron los riegos 1 y 5 ya que fueron los que se aplicaron a un pequeño sector sin agua subsuperficial, pero de características muy pedregosas bajo los 20 cms. de profundidad.

5.1.5. Tabaco Chuchiñí.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	25,9	35,9	17,0	2,0	2,9
3	8,9	90,6	18,0	6,5	1,1
5	13,2	77,7	19,4	7,2	1,6
6	8,8	129,3	19,9	4,4	1,1
11	27,8	37,9	17,5	5,4	1,7
13	21,8	107,6	15,5	4,0	2,8
15	17,6	58,8	17,4	3,3	1,0
16	33,3	92,2	17,3	3,2	2,9

En este cultivo, el primer riego se denomina de "prendimiento", lo cual implica un riego superficial y corto efectuado con posterioridad al transplante del tabaco.

El tabaco en Chuchiñí fue el único sector observado en el cual el canal de riego se sometió a un rígido turno cada 5 días. Es por ello que las VCH son, en general, pequeños.

5.1.6 Tabaco Santa Rosa.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	48,1	16,1	19,2	1,8	0,9
2	26,6	15,9	20,8	7,3	2,0
4	51,1	23,4	18,5	3,9	3,0
5	50,0	25,2	17,7	3,7	3,0
6	69,8	19,8	17,4	4,0	3,6
8	62,3	36,6	17,0	2,5	3,7
10	48,8	36,4	17,2	2,5	2,9
11	56,1	28,2	17,3	3,0	3,1

En Santa Rosa, el primer riego es de "prendimiento", al igual que en el anterior.

En éste sector se advierte que la frecuencia de riego es muy hemogénea debido, posiblemente a la normalidad en el suministro del agua al potrero.

5.1.7. Vid Tahuinco.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	54,1	38,0	9,2	5,0	2,4
2	31,1	58,7	9,0	6,1	2,6
3	18,5	44,9	10,8	3,8	1,2
4	62,9	45,9	9,5	4,6	3,1
5	68,0	40,2	3,6	3,6	2,3
7	89,9	37,1	8,4	3,6	2,8
8	71,1	51,3	9,1	5,3	4,5

En el sector viña, se han determinado valores de eficiencia notablemente altos. Esto supondría que el rega - díο se está aplicando en forma correcta. Sin embargo, el inter valo de riegos demasiado prolongados (15 días aproximadamente) y la baja capacidad de retención del suelo permiten suponer que el terreno no alcanzó la Capacidad de Campo en la profundidad del perfil considerado. Esto significa que el riego estuvo mal distribuido.

5.1.8. Alfalfa Chuchiñí.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	56,1	79,5	15,3	16,4	5,2
2	12,8	111,7	17,3	8,9	0,9
3	73,2	99,0	15,7	11,3	5,8
4	41,1	80,9	15,2	18,6	4,4
5	53,6	76,5	15,9	14,4	4,2
6	31,1	98,2	17,2	12,4	2,7
7	52,0	103,8	15,5	14,6	5,6
8	31,1	73,9	17,6	15,9	2,6
9	34,8	75,1	18,1	16,7	3,1
10	60,9	102,2	15,3	14,0	6,2
12	32,9	140,1	19,4	9,2	3,0

El bajo valor de eficiencia observado en el riego Nº2, se debe posiblemente a un excesivo derrame superficial del agua a causa de un riego demasiado corto.

En general los riegos en la alfalfa fuerón abundantes y bien distribuídos (debido a la óptima nivelación del suelo).

5.1.9. Damascos Chillepín.

Nº	Ef	Q/h	PwAR	T	VCH
1	72,8	28,1	12,9	7,3	5,8
2	70,5	36,0	17,9	5,3	1,5
3	59,3	51,4	15,5	4,1	7,3
4	61,0	23,3	11,8	4,7	3,2
6	80,4	39,9	13,0	1,9	2,3
8	81,2	49,3	11,9	1,5	4,6
9	62,7	37,4	11,9	4,6	4,6
11	80,7	45,5	14,0	2,1	3,1
12	91,1	25,2	9,7	3,3	8,6
14	93,5	17,0	7,9	5,8	9,9
15	97,8	19,3	9,8	2,0	5,4
16	88,7	28,3	8,6	6,2	9,5
17	87,8	21,4	14,7	4,9	4,6

En los damascos, la eficiencia de aplicación corresponde en realidad a la eficiencia de infiltración. Para ello se ha supuesto que VZR=VI. Esto es muy posible que sea efectivo debido a los pequeños volúmenes aplicados, sobre todo a partir del 4ºriego en el cual se comenzó a regar por 2

surcos ubicados uno a cada lado del tronco del árbol. Obviamente esta forma de aplicar el agua de riego no es la adecuada para un frutal en plena producción como es el caso de los damascos.

Además, es muy posible que el agua llegara solamente a 30 ó 40 cms.

Por otro lado, el hecho de ser un riego desuniforme en superficie indujo a errores al muestrar después del riego en lugares en los cuales el agua no mojó. Esto se advierte claramente en la observación de los registros de humedad por estrata de suelo y muestra (Anexo N°6).

5.2. Análisis de la eficiencia anual determinada.

En los siguientes puntos se presenta una comparación de la eficiencia anual de cada cultivo con los factores propios de cada sector. Estos son:

- Eficiencia anual, Eficiencia (%). Relación entre la sumatoria de volúmenes en la zona de raíces de cada riego y el volumen total aplicado durante todos los riegos.
- Número total de riegos efectuados en la temporada. Incluye los no controlados. (N°riegos).
- Área del cultivo estudiado. Area (has).
- Pendiente en el sentido del riego (%) (Pendiente)
- Capacidad de Campo. C de C (%).

- Densidad aparente (Db) (gr/cm3).
- Capacidad de retención de humedad (CRH) (cms).
- Pendiente (m) y ordenada (k) de la ecuación de infiltración acumulada.
- Método de riego. Método Tendido (Ten). Surcos rectos (Scos).

5.2.1. Cultivos anuales.

Los cultivos anuales tienen como características común, la profundidad de riego considerada en el estudio (60 cms). En el siguiente cuadro se exponen los antecedentes a considerar.

Factor	Trigo		Frejol		Tabaco	
	Pint.	Thco.	Tranq.	El Tbo.	Chu.	S.Rosa
Eficiencia	25,2	34,2	26,0	33,1	16,4	50,1
Nºriegos	4	3	11	5	16	11
Area	9,06	1,69	1,01	1,12	1,29	0,64
Pendiente	2,5	2,4	1,8	0,9	0,8	0,8
C de C	19,6	20,8	19,1	23,8	19,4	23,5
Db	1,56	1,56	1,59	1,43	1,56	1,44
CRH	9,2	9,7	9,1	10,2	9,1	10,1
m	0,52	0,53	0,52	0,61	0,44	0,49
k	5,0	3,2	5,2	2,7	8,4	3,3
Método	Tend,	Tend.	Scos.	Scos.	Scos.	Scos.

5.2.2. Cultivos permanentes.

En la categoría de cultivos permanentes está la vid, alfalfa, y damascos.

Los tres consideran una profundidad de raíces de 120 cms. El siguiente cuadro permite interelacionar diversos factores del sector con la eficiencia anual determinada.

Factor	Vid	Alfalfa	Damasco
Eficiencia	51,0	44,4	75,6
N°riegos	8	12	20
Area	0,83	2,67	1,11
Pendiente	1,4	1,4	2,8
C de C	12,9	20,5	16,0
Db	1,54	1,58	1,74
CRA	11,8	19,3	16,7
m	0,43	0,36	0,39
k	3,3	4,6	5,7
Método	Scos.	Tend.	Tend/Scos.

5.3. Valor mensual y anual de la eficiencia de aplicación.

Se presenta en el siguiente cuadro los valores mensuales de eficiencia. Este antecedente se obtuvo del promedio aritmético de las eficiencias mensuales de cada cultivo.

Meses	Trigo	Frejol	Tabaco	Vid	Alfalfa	Damasco
Agosto	39,5	-	-	-	-	-
Septiembre	43,2	-	-	-	-	-
Octubre	24,0	-	37,0	42,6	34,5	67,5
Noviembre	28,7	23,4	26,6	18,5	57,2	70,7
Diciembre	-	40,8	33,7	65,5	42,4	72,0
Enero	-	27,6	43,6	89,9	41,6	85,9
Febrero	-	33,7	39,0	71,1	47,9	95,7
Marzo	-	-	-	-	32,9	88,3
Anual	29,7	30,1	33,3	51,0	44,4	75,6

5.4. Tasa de Riego.

A continuación se presentan las Tasas de riegos por cultivos,proyectadas según los antecedentes señalados en el presenta estudio. Para ello, se ha interpolado entre 2 riegos para obtener el promedio de ellos, correspondiente al valor por determinar. No se ha incluido la precipitación ocurrida durante la temporada.

Cultivo			Tasa anual (M3/Ha).	V.F.C.
Trigo	Pintacura	(#)	5.826	9.800
Trigo	Tahuinco	(#)	5.250	
Frejol	Tranquilla		13.450	13.000
Frejol	El Tambo		6.700	
Tabaco	Santa Rosa		5.241	16.800
Vid	Tahuinco	(#)	6.641	16.500
Alfalfa	Chuchiñí		20.144	21.300
Damásco	Chillepín		7.586	

(#) Se controló el total de riegos.

L I T E R A T U R A C O N S U L T A D A

1.- ALLISON ET AL. 1954. Suelos Salinos y Sódicos.

2.- BLAIR ENRIQUE. 1957. Manual de Riegos y Avenimientos Instituo Latinoamericano de Ciencia Agrícolas,OEA Proyecto 59-Programa de Cooperación Técnica.

3.- CORA. Plan de Reforma Agraria Hoya Hidrográfica Río Choapa.

4.- CORFO. 1965. Geografía Económica de Chile, texto refundido. Santiago. Ed. Universitaria S.A.

5.- CHILE 1978.Proyecto CHI/69/535. Antecedentes meteorológicos.

6.- DOMINGUEZ F. JAVIER. 1962. Hidráulica.

7.- DUNEEN.L.D. 1971.Irrigation Practice and Water. Management. Irrigation and Drainage Paper.

8.- JORDAN E. L. 1970. Circulares Técnicas de Riego.

9.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. 1978. Informativo Estadistico Regional.

10.- IREN. 1967. Antecedentes Agropecuarios de la Hoya del río Choapa.

11.- ISRAELSEN Y HANSEN. 1965. Principios a Aplicaciones de Riego.

12.- SAG - INIA. 1971. Establecimiento de Forrajeras Perennes. Boletín Técnico N°46.

13.- SAG - INIA. 1970. Riego: metas que debe proponerse un agricultor. Agroinformativo N°126.

14.- SAG - INIA. 1968. Oportunidad y Frecuencia de Riego de Acuerdo con el tipo de Cultivo. Agroinformativo N°50.

15.- UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. 1972-1975. Estudio de Tecnificación de Riego en el Valle del río Claro Rengo.

A N E X O N° 1

Antecedentes climáticos en Salamanca.

a) Precipitación temporada 1978/1979

Fecha		Precipitación (mm)	Total mes
18 Junio	1978	5,0	5,0
13 Julio	1978	4,2	
14 Julio	1978	31,3	
16 Julio	1978	17,3	
18 Julio	1978	16,2	
19 Julio	1978	91,4	
20 Julio	1978	36,3	
21 Julio	1978	9,0	205,7
28 Agosto	1978	5,6	5,6
8 Septiembre	1978	1,0	
12 Septiembre	1978	29,1	
16 Septiembre	1978	1,6	31,7
16 Noviembre	1978	17,3	
17 Noviembre	1978	28,2	
18 Noviembre	1978	12,2	57,7
Total año 1978			305,7mm

Fuente : S. Ignacio Rojas A. Obs. meteorológico.

b) Humedad relativa (año 78/79) en Salamanca (%)

Día	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
1	63	59	60	70	58	65	62	75	69	70	78	58	
2	63	61	63	73	69	63	60	77	65	75	76	78	
3	60	63	61	71	66	60	56	74	67	75	65	86	
4	61	61	60	70	63	60	50	80	66	76	69	83	
5	63	58	62	68	61	68	52	80	60	73	71	62	
6	62	59	56	69	66	66	52	77	60	68	68	60	
7	65	51	53	60	62	61	51	71	70	75	65	70	
8	65	50	62	60	78	70	68	61	84	80	73	72	
9	69	50	68	68	78	64	68	59	82	72	66	65	
10	69	65	75	70	66	72	50	60	83	69	69	60	
11	60	63	73	71	73	75	49	60	82	76	76	64	
12	68	54	73	56	79	75	60	70	80	76	82	70	
13	66	50	85	54	76	70	60	80	79	78	63	70	
14	64	63	86	86	56	65	66	70	78	60	61	69	
15	62	60	80	56	75	65	76	70	78	74	65	66	
16	60	56	85	55	77	60	80	80	80	76	62	71	
17	63	62	85	57	65	60	80	80	76	76	60	70	
18	60	73	86	66	70	79	80	79	78	62	73	78	
19	66	71	88	68	71	66	78	81	79	60	75	78	
20	63	61	88	68	71	63	76	80	76	58	70	78	
21	61	60	87	70	75	59	74	81	70	59	80	78	
22	60	60	84	70	75	58	62	81	74	68	70	75	
23	63	67	80	76	76	60	62	78	75	70	59	79	
24	61	59	80	71	74	63	61	73	70	65	62	-	
25	60	56	78	73	76	63	63	65	69	67	68	78	
26	60	61	79	70	70	61	60	68	69	67	65	78	
27	68	66	81	74	65	60	56	80	70	82	62	78	
28	62	65	60	78	67	62	56	80	65	68	62	78	
29	62	68	58	76	73	60	60	71	69	-	67	78	
30	62	66	60	56	74	61	60	65	68	-	50	78	
31	60	-	73	57	-	65	-	64	75	-	60	-	

Fuente : S. I. Rojas A. Obs. meteorológico.

c) Presión barométrica en Salamanca

Año 1978/1979 (mm)

Día	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A
1	766	768	761	764	770	769	772	775	772	770	772	771
2	761	768	761	764	766	769	772	777	772	770	772	771
3	761	777	760	764	766	769	772	777	769	772	774	770
4	761	778	760	766	766	770	776	780	780	770	770	770
5	761	778	760	766	766	773	776	780	780	770	770	770
6	763	760	760	767	767	773	778	773	770	771	772	770
7	760	776	760	767	767	773	778	771	769	770	771	770
8	759	775	760	767	767	777	778	776	772	768	771	771
9	761	775	760	767	763	777	776	774	770	769	771	775
10	761	776	760	767	763	778	776	774	770	776	771	777
11	761	777	760	767	763	778	776	770	770	773	760	777
12	761	775	760	767	765	778	776	769	770	773	760	777
13	761	774	755	767	765	778	775	770	775	762	776	777
14	762	774	755	766	766	779	775	770	775	775	776	775
15	761	773	755	764	764	779	770	770	770	769	770	775
16	761	773	755	764	763	779	770	770	770	774	770	774
17	765	770	755	764	765	774	770	771	769	770	770	774
18	767	770	755	764	765	774	770	773	769	771	770	772
19	762	772	755	763	765	774	770	770	769	768	771	772
20	762	772	755	763	765	774	770	770	770	780	771	770
21	761	773	756	763	768	778	775	772	770	774	768	770
22	769	775	756	763	768	778	775	770	770	774	768	770
23	766	774	763	763	768	778	775	770	770	776	775	770
24	768	776	763	765	768	779	778	770	770	776	775	769
25	765	776	763	763	766	779	779	776	769	774	776	769
26	767	-	763	765	766	779	778	773	771	766	772	769
27	767	775	763	760	766	779	778	775	771	766	772	769
28	767	777	764	760	760	779	778	773	770	769	774	769
29	767	777	764	786	760	778	778	777	770	-	776	771
30	767	776	764	779	760	778	775	776	771	-	776	771
31	767	-	764	776	-	778	-	776	771	-	777	-

Fuente : Sr. I. Rojas A. Obs. meteorológico

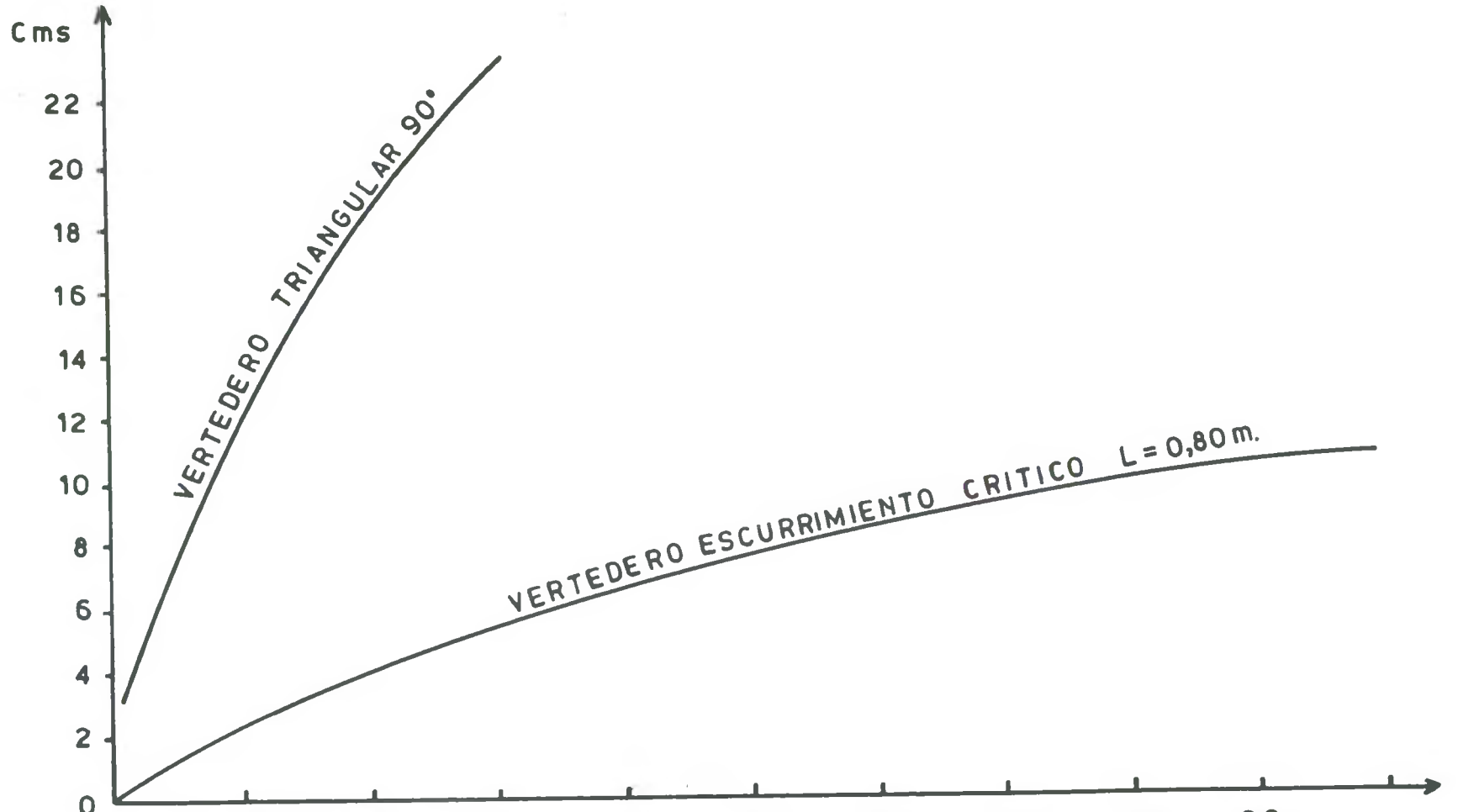
A N E X O Nº 2

Control de Caudales (Tablas)

Altura (cms)	Caudales (l/seg)	
	Vert. Triangular	Vert. Esc.Crítico
1	0,01	2,51
2	0,08	7,80
3	0,22	13,02
4	0,45	20,00
5	0,75	28,00
6	1,23	36,80
7	1,82	46,40
8	2,52	56,64
9	3,37	67,60
10	4,40	79,20
11	5,59	91,36
12	6,95	104,08
13	8,45	117,36
14	10,20	131,20
15	12,00	145,12
16	14,10	160,00
17	16,50	174,00
18	19,00	188,00
19	21,80	202,00
20	24,80	216,00

Fuente: Universidad Católica de Chile."Estudio de Tecnificación de riego en el valle del río Claro de Rengo" 1972-1975.

Nota : Para valores intermedios se interpola linealmente.



CURVAS DE DESCARGA DE VERTEDEROS

A N E X O N° 3

a) Capacidad de Campo (C de C)

		Trigo - Pintacura		
0-20	22,9	21,5	20,7	21,7
20-40	19,5	20,0	18,5	19,3
40-60	17,7	18,7	16,6	17,7
				19,6
		Trigo - Tahuinco		
0-20	26,9	26,3	26,0	26,4
20-40	18,1	22,1	21,5	20,6
40-60	15,3	15,3	15,4	15,3
				20,8
		Frejol - Tranquilla		
0-20	22,7	18,3	18,0	19,7
20-40	20,7	19,4	15,7	18,6
40-60	18,1	21,1	17,5	18,9
				19,1
		Frejol - El Tambo		
0-20	25,3	24,3	26,8	25,5
20-40	24,2	-	21,9	23,1
40-60	23,3	-	22,1	22,7
				23,8
		Tabaco - Chuchiñí		
0-20	18,9	21,3	21,8	20,7
20-40	17,6	20,7	19,7	19,3
40-60	17,3	18,5	18,9	18,2
				19,4

(continúa en hoja N°114)

(...viene de hoja N°113)

		Tabaco - Santa Rosa		
0-20	30,2	24,9	22,7	25,9
20-40	23,3	23,5	21,7	22,8
40-60	20,8	24,0	20,6	21,8
				23,5
		Vid - Tahuinco		
0-40	14,9	14,0	13,8	14,2
40-80	13,5	14,0	11,4	13,0
80-120	13,1	12,6	8,5	11,4
				12,9
		Alfalfa - Chuchiñí		
0-40	23,6	24,8	19,8	22,7
40-80	21,7	21,9	17,8	20,5
80-120	16,0	23,5	15,4	18,3
				20,5
		Damasco - Chillepin		
0-40	20,3	17,9	15,9	18,0
40-80	16,7	18,1	12,8	15,9
80-120	-	-	14,0	14,0
				16,0

A N E X O N° 3

b) Densidad aparente (Db)

Cultivo y sector	H1	H2	H3	Db
Trigo	1,450	1,514	1,606	
(Pintacura)	1,520	1,598	1,656	
	1,488	1,556	1,631	1,56
Trigo	1,212	1,585	1,810	
(Tahuinco)	1,260	1,624	1,868	
	1,236	1,605	1,839	1,56
Frejol	1,484	1,331	1,898	
(Tranquilla)	1,525	1,550	1,739	
	1,505	1,441	1,819	1,59
Frejol	1,470	1,349	-	
(El Tambo)	1,537	1,370	-	
	1,504	1,360	-	1,43
Tabaco	1,426	1,413	1,673	
(Chuchiñí)	1,519	1,553	1,769	
	1,473	1,483	1,721	1,56
Tabaco	1,408	1,470	1,324	
(Santa Rosa)	1,457	1,525	1,461	
	1,433	1,498	1,393	1,44
Vid	1,721	1,639	1,218	
(Tahuinco)	1,804	1,729	1,148	
	1,763	1,684	1,183	1,54
Alfalfa	1,287	1,570	1,710	
(Chuchiñí)	1,274	1,668	1,949	
	1,281	1,619	1,830	1,58
Damasco	1,642	1,751	-	
(Chillepin)	1,784	1,762	-	
	1,713	1,757	-	1,74

A N E X O Nº 4

I N F I L T R O M E T R I A

Se presentan los valores de las pruebas de in - filtrometría realizadas en cada sector. Se anota el minuto de la lectura (T) y la carga de agua medida (cms) en el cilindro 1,2 y 3 respectivamente.

Además se indican los valores de "m" y "k" , de la ecuación de Infiltración Acumulada, calculados mediante el método de los minimos cuadrados.

Además, se presentan la humedad del suelo al momento de la prueba (Pw).

Trigo - Pintacura

T	1	2	3
0	13,2	13,5	14,0
1	11,9	10,7	12,2
2	11,1	9,0	11,2
3	10,4	7,3	10,5
5	9,3	4,8	9,1
7	8,3	2,4	8,1
10	7,0	0,0	6,8
15	5,4		
20	3,9		3,1
30	1,5		0,0
36	0,0		
m	0,473	0,577	0,519
k	4,393	5,989	4,501
Pw(%)	14,8	11,8	9,3

Trigo - Tahuinco

T	1	2	3
0	14,3	14,2	13,5
1	13,0	13,6	12,8
2	12,4	13,2	12,0
3	11,9	12,8	11,5
5	11,2	12,3	10,7
7	10,5	11,5	9,9
10	9,8	10,8	8,9
15	8,3	9,6	7,4
20	7,0	8,6	6,1
30	4,8	6,7	3,6
40	2,8	5,3	1,8
45	-	-	0,0
50	3,0	3,9	
60	1,5	2,6	
67	0,0	-	
70		1,4	
75		0,6	
78		0,0	
m	0,52	0,56	0,50
k	3,20	2,61	3,75
Pw (%)	14,9	15,4	15,3

Frejol Tranquilla

T	1	2	3
0	14,8	15,0	14,5
1	12,3	10,8	12,5
2	10,6	8,0	11,6
3	9,3	6,9	10,8
5	7,5	5,1	9,0
7	5,8	3,7	7,5
10	4,4	1,5	6,1
15	2,3	0,0	-
20	0,0		1,4
30			0,0
m	0,556	0,448	0,555
k	4,644	6,811	4,267
Pw(%)	7,2	9,8	8,9
Frejol El Tambo			
0	14,7	14,5	14,0
1	13,5	13,2	12,4
2	13,1	12,6	11,8
3	12,8	12,1	11,4
5	12,2	11,2	10,5
7	11,8	10,6	10,0
10	11,2	9,6	9,1
15	10,1	8,3	-
20	9,4	7,0	6,1
30	7,9	5,0	4,0
40	6,4	3,0	2,0
48	-	-	0,0

(continua pág. 119)

(...viene de la pág.118)

T	1	2	3
50	5,4	0,4	
51	-	0,0	
60	4,2		
70	3,1		
80	2,2		
90	1,2		
97	0,0		
m	0,560	0,578	0,702
k	2,454	2,935	2,574
Pw (%)	11,6	6,3	24,5
Tabaco - Chuchiñí			
0	13,0	10,5	14,0
1	8,8	7,8	12,0
2	6,9	6,6	10,7
3	5,5	5,6	9,6
5	3,0	4,0	7,5
7	1,8	2,5	6,0
10	0,0	0,0	4,2
15			0,0
m	0,391	0,315	0,614
k	9,215	11,455	4,605
Pw(%)	12,8	12,5	15,1

Tabaco - Santa Rosa.

T	1	2	3
0	12,8	13,3	14,3
1	11,6	13,0	13,8
2	10,6	12,8	13,4
3	9,6	12,5	13,1
5	8,2	12,3	12,7
7	6,9	11,9	12,4
10	5,4	11,4	11,6
15	3,3	10,9	10,9
20	1,5	10,3	10,1
25	0,0	-	-
30		9,5	8,9
40		8,7	7,8
50		8,0	6,9
60		7,6	6,0
70		7,0	-
71		-	5,1
80			4,3
82		6,4	-
90		5,9	3,7
100		5,3	2,8
110		-	2,2
111		4,9	-
120		4,6	1,6
131		4,1	-
m	0,49	0,40	0,57
k	4,74	3,06	2,22
Pw(%)	19,2	18,6	18,7

Vid - Tahuinco.

T	1	2	3
0	14,0	14,0	14,1
1	11,9	12,5	11,9
2	11,4	11,7	11,3
3	11,0	11,0	10,8
5	10,3	10,0	10,1
7	9,8	9,2	9,5
10	9,0	8,0	8,8
15	8,0	6,1	-
20	7,4	4,6	6,5
30	6,0	2,0	4,9
35	-	0,0	-
40	5,0		3,5
50	4,0		2,5
60	3,0		0,8
65	-		0,0
70	1,5		
80	0,0		
m	0,375	0,527	0,397
k	1,592	3,836	4,275
Pw (%)	6,9	8,1	10,6

Alfalfa - Chuchiñí

T	1	2	3
0	14,1	13,8	15,0
1	12,8	11,3	14,4
2	12,0	10,2	14,0
3	11,2	9,6	14,0
5	10,4	8,6	14,0
7	9,7	7,8	13,8
10	8,6	6,8	13,7
15	7,1	5,3	1
20	6,0	4,1	13,5
30	4,3	2,1	13,4
40	2,8	0,4	13,3
50	1,3	0,0	13,2
60	0,0		13,1
m	0,467	0,366	0,357
k	3,790	5,430	4,592
Pw (%)	16,7	20,2	19,9

Damascos - Chillepín

T	1	2	3
0	13,8	14,2	13,2
1	11,0	12,9	10,0
2	9,0	12,6	9,1
3	7,3	12,5	8,5
5	5,0	12,3	7,3
7	4,2	12,0	6,5
10	3,5	11,6	5,2
15	1,6	11,0	-
20	0,0	10,5	2,5
30		9,7	0,0
40		9,0	
50		8,0	
60		7,4	
70		7,0	
80		6,4	
90		5,8	
m	0,443	0,374	0,337
k	6,049	3,598	7,413
Pw %	16,8	15,0	13,6

A N E X O N° 5

Caudal de riego/jornada hombre

(l/seg)

N° de Riego	Trigo		Frejol		Tabaco	
controlado	Pint.	Tah.	Tranq.	El Tbo.	Chu.	S. Rosa
1	75,8	29,1	19,8	28,1	35,9	16,4
2	80,4	46,6	17,0	23,2	90,6	15,9
3	86,2	85,6	7,8		77,7	23,4
4	53,6		25,3		129,3	25,2
5			43,9		37,9	19,8
6			56,4		107,6	22,9
7			28,3		58,8	36,6
8			22,1		92,2	36,4
9						28,2

	Vid	Alfalfa	Damasco
1	38,0	79,5	28,1
2	58,7	111,7	36,0
3	44,9	99,0	51,4
4	45,9	80,9	23,3
5	40,2	76,5	39,9
6	51,7	98,2	49,3
7	37,1	103,8	37,4
8	51,3	73,9	45,5
9		75,1	25,2
10		102,2	17,0
11		140,1	19,3
12			28,3
13			21,4

A N E X O N° 6

Porcentaje de humedad del suelo
antes y después de cada riego.

Se señala la humedad del suelo antes (AR) y después (DR) de cada riego. Entre paréntesis se indica el número de muestras consideradas en el promedio.

Trigo - Pintacura.

N°riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	28.8.78	11,7(1)	13,3(1)	14,8(1)	13,3 (AR)
	28.8.78	29,7(1)	26,9(1)	24,0(1)	26,9 (DR)
2	25.9.78	16,5(5)	14,1(5)	14,3(5)	15,0 (AR)
	27.9.78	20,3(6)	19,1(6)	18,8(6)	19,4 (DR)
3	3.10.78	17,0(6)	14,9(5)	16,7(2)	16,2 (AR)
	10/26.10.78	17,5(12)	17,7(12)	20,7(8)	18,6(DR)
4	31.10/3.11.78	13,6(11)	13,8(12)	-	13,7(AR)
	13.11.78	17,1(18)	15,4(18)	-	16,3(DR)

Trigo - Tahuinco.

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	21/22.9.78	13,8(14)	8,2(13)	8,1(9)	10,0(AR)
	24/25/26/27.9.78	22,8(9)	16,6(9)	15,1(5)	18,2(DR)
2	9.10.78	13,6(9)	12,3(9)	11,9(6)	12,6(AR)
	11/13/15/.10.78	22,1(9)	17,0(9)	16,2(9)	18,4(DR)
3	23.10.78	13,8(8)	12,4(8)	12,3(6)	12,8(AR)
	25.10.78	21,6(9)	16,9(9)	15,6(7)	18,0(DR)
Frejol - Tranquilla.					
1	30.11/4.12.78	15,4(4)	15,3(4)	14,1(3)	14,9(AR)
	2/4/7.12.78	21,7(4)	18,9(3)	17,9(4)	19,5(DR)
2	13.12.78	12,8(3)	13,6(3)	8,1(2)	11,5(AR)
	14/15.12.78	22,0(4)	17,7(4)	18,9(4)	19,5(DR)
3	20.12.78	18,2(1)	14,0(1)	15,3(1)	15,8(AR)
	22.12.78	21,4(1)	17,2(1)	17,4(1)	18,7(DR)
4	26.12.78	13,4(4)	12,5(4)	12,8(3)	12,9(AR)
	28.12.78	19,6(4)	17,3(4)	18,3(4)	18,4(DR)
6	8.1.79	15,1(3)	15,6(4)	16,8(3)	15,8(AR)
	11.1.79	19,6(4)	18,0(4)	17,0(4)	18,2(DR)
7	15,1,79	15,8(4)	14,2(4)	14,9(3)	15,0(AR)
	18.1.79	21,9(4)	19,2(4)	17,0(4)	19,4(DR)
10	5.2.79	18,0(4)	18,2(4)	18,5(2)	18,2(AR)
	8.2.79	19,8(4)	20,9(4)	17,7(4)	19,5(DR)
11	12.2.79	17,4(4)	15,1(4)	15,7(4)	16,1(AR)
	14.2.79	23,1(2)	23,2(2)	21,2(2)	22,5(DR)

Frejol - El Tambo.

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	9.12.78	14,8(1)	-	-	14,8(AR)
	11.12.78	29,2(1)	-	-	29,2(DR)
5	17.1.79	13,3(1)	-	-	13,3(AR)
	19.1.79	28,5(1)	-	-	28,5(DR)
Tabaco - Chuchiñí.					
1	27.10.78	18,2(11)	16,8(11)	16,1(11)	17,0(AR)
	30.10.78	20,6(6)	19,8(6)	19,3(6)	19,9(DR)
3	4.12.78	17,6(11)	18,2(11)	18,2(10)	18,0(AR)
	6.12.78	19,1(11)	19,5(11)	18,8(11)	19,1(DR)
5	13.12.78	19,5(11)	19,3(11)	19,3(11)	19,4(AR)
	16.12.78	22,1(11)	21,0(11)	19,8(11)	21,0(DR)
6	18.12.78	20,3(11)	19,8(11)	19,6(11)	19,9(AR)
	21.12.78	21,7(11)	20,4(11)	21,4(11)	21,0(DR)
11	12.1.79	18,2(10)	17,2(10)	17,1(10)	17,5(AR)
	15.1.79	21,1(10)	18,3(10)	18,3(10)	19,2(DR)
13	27.1.79	16,3(5)	15,9(5)	14,3(4)	15,5(AR)
	30.1.79	19,6(9)	18,0(10)	17,3(10)	18,3(DR)
15	10.2.79	18,0(10)	17,1(10)	17,0(10)	17,4(AR)
	15.2.79	19,6(10)	18,1(10)	17,6(10)	18,4(DR)
16	20.2.79	17,5(10)	17,4(10)	17,1(10)	17,3(AR)
	23.2.79	21,7(10)	19,7(10)	19,2(10)	20,2(DR)

Tabaco - Santa Rosa

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	23.10.78	19,6(1)	19,6(5)	18,5(5)	19,2(AR)
	25.10.78	20,3(1)	19,7(5)	20,2(5)	20,1(DR)
2	8.11.78	20,1(5)	19,9(5)	22,3(5)	20,8(AR)
	10.11.78	24,0(5)	22,5(5)	22,0(5)	22,8(DR)
4	11/13.12.78	16,2(5)	18,8(5)	20,4(5)	18,5(AR)
	14.12.78	21,6(5)	22,2(5)	20,7(5)	21,5(DR)
5	20.12.78	17,5(5)	17,0(5)	18,5(5)	17,7(AR)
	22.12.78	21,6(5)	21,1(5)	19,5(5)	20,7(DR)
6	27.12.78	16,5(5)	17,4(5)	18,3(5)	17,4(AR)
	29.12.78	21,6(5)	21,5(5)	19,8(5)	21,0(DR)
7	3.1.79	16,3(5)	15,2(5)	16,2(5)	15,9(AR)
	5.1.79	23,7(5)	20,8(5)	21,4(5)	22,0(DR)
8	12.1 79	17,3(5)	16,9(5)	16,8(5)	17,0(AR)
	16.1.79	20,0(5)	20,0(5)	22,2(4)	20,7(DR)
10	7.2.79	17,6(5)	16,9(5)	17,2(4)	17,2(AR)
	9.2.79	21,4(5)	18,8(5)	20,2(4)	20,1(DR)
11	16.2.79	18,6(5)	17,6(5)	15,7(4)	17,3(AR)
	19.2.79	21,1(5)	19,7(5)	20,5(5)	20,4(DR)

Vid - Tahuinco.

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	9.10.78	11,5(9)	7,9(9)	8,1(6)	9,2(AR)
	11.10.78	14,4(8)	10,6(8)	9,9(8)	11,6(DR)
2	30.10.78	11,5(9)	9,1(8)	6,3(8)	9,0(AR)
	2.11.78	14,6(9)	11,1(9)	9,1(8)	11,6(DR)
3	15.11.78	12,7(9)	10,2(9)	9,4(7)	10,8(AR)
	21.11.78	15,5(9)	11,3(9)	9,1(7)	12,0(DR)
4	6.12.78	11,2(8)	9,2(9)	8,0(6)	9,5(AR)
	8.12.78	15,7(9)	11,6(9)	10,4(8)	12,6(DR)
5	18.12.78	9,5(8)	9,3(8)	8,3(8)	9,0(AR)
	22.12.78	14,7(9)	10,7(9)	8,6(9)	11,3(DR)
6	16.1.79	6,8(5)	6,5(5)	6,1(2)	6,5(AR)
	18.1.79	13,5(6)	9,4(5)	7,9(5)	10,3(DR)
7	26.1.79	9,6(9)	7,7(7)	7,8(4)	8,4(AR)
	31.1.79	14,1(9)	10,8(9)	8,8(6)	11,2(DR)
8	13.2.79	11,1(8)	9,0(8)	7,1(7)	9,1(AR)
	16.2.79	16,0(9)	13,2(9)	11,5(9)	13,6(DR)

Alfalfa - Chuchiñí.

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\bar{H}$
1	4/5.10.78	16,1(12)	16,3(11)	13,4(7)	15,3(AR)
	7/8.10.78	22,3(12)	21,6(12)	17,6(11)	20,5(DR)
2	19.10.78	17,8(12)	18,9(12)	15,2(12)	17,3(AR)
	22.10.78	21,9(12)	20,9(12)	11,7(11)	18,2(DR)
3	2.11.78	16,3(12)	17,1(12)	13,7(9)	15,7(AR)
	5.11.78	22,7(12)	22,7(12)	19,2(12)	21,5(DR)
4	29.11.78	16,8(12)	16,4(12)	12,4(10)	15,2(AR)
	2/3.12.78	22,3(12)	20,1(12)	16,5(12)	19,6(DR)
5	13.12.78	16,2(12)	17,2(12)	14,2(11)	15,9(AR)
	17/18.12.78	23,1(12)	23,5(12)	15,9(9)	20,1(DR)
6	27.12.78	17,9(12)	17,3(12)	16,4(11)	17,2(AR)
	30.12.78	22,1(12)	20,4(12)	17,1(12)	19,9(DR)
7	10.1.79	16,3(12)	16,7(12)	13,6(12)	15,5(AR)
	13/14.1.79	23,1(12)	22,0(12)	18,1(12)	21,1(DR)
8	29.1.79	18,3(12)	18,4(12)	16,0(11)	17,6(AR)
	1/2.2.79	22,8(12)	21,1(12)	16,8(12)	20,2(DR)
9	8.2.79	18,8(12)	19,7(12)	15,8(12)	18,1(AR)
	11.2.79	23,1(4)	21,8(4)	18,6(4)	21,2(DR)
10	22.2.79	15,8(11)	16,4(10)	13,7(10)	15,3(AR)
	26.2.79	22,4(12)	22,5(12)	19,7(11)	21,5(DR)
12	21.379	19,7(11)	19,6(11)	19,0(10)	19,4(AR)
	24.3.79	22,8(11)	22,9(10)	21,5(11)	22,4(DR)

Damasco - Chillepín.

Nº riego	Fecha muestreo	H1	H2	H3	$\overline{H_1 H_2}$
	11.9.78	12,9(7)	14,8(6)	-	13,9(AR)
1	14.9.78	18,0(7)	18,1(5)	-	18,1(DR)
	20.9.78	17,9(3)	14,8(5)	16,8(2)	16,2(AR)
2	24.9.78	19,4(3)	18,7(6)	19,6(5)	18,2(DR)
	29.9.78	15,5(6)	17,5(6)	-	16,5(AR)
3	1.10.78	22,8(7)	17,5(6)	-	20,2(DR)
	6.10.78	11,8(6)	-	-	-
4	8.10.78	15,0(6)	-	-	-
	20.10.78	13,0(2)	12,5(2)	8,5(1)	12,8(AR)
6	22.10.78	15,3(7)	16,3(5)	11,2(3)	15,8(DR)
	3.11.78	11,9(5)	13,8(3)	12,6(1)	12,9(AR)
8	5.11.78	16,5(5)	14,1(3)	13,9(1)	15,3(DR)
	10.11.78	11,9(7)	11,0(3)	9,2(2)	11,5(AR)
9	11.11.78	16,5(7)	14,8(5)	13,6(5)	15,7(DR)
	6.12.78	14,0(6)	15,5(6)	16,9(3)	14,8(AR)
11	8.12.78	17,1(7)	18,1(6)	18,3(3)	17,6(DR)
	13.12.78	9,7(5)	8,8(4)	7,3(2)	9,3(AR)
12	15.12.78	18,3(7)	17,0(6)	11,6(5)	17,7(DR)
	8.1.79	7,9(7)	6,7(3)	-	7,3(AR)
14	11.1.79	17,8(7)	16,0(6)	-	16,9(DR)
	16.1.79	9,8(7)	5,1(4)	3,8(1)	7,5(AR)
15	18.1.79	15,2(3)	14,6(2)	8,2(1)	14,9(DR)
	31.1.79	8,6(6)	9,0(3)	-	8,8(AR)
16	3.2.79	18,1(7)	14,9(6)	-	16,0(DR)
	7.2.79	14,7(7)	13,4(5)	11,2(3)	14,1(AR)
	9.2.79	19,3(7)	17,1(5)	11,1(3)	18,2(DR)

A N E X O Nº 7

Eficiencia de almacenamiento.

La eficiencia de almacenamiento, utilizado en el presente informe, relaciona el volumen de agua necesario para llegar a Capacidad de Campo con el volumen de riego empleado, es decir:

$$\text{Ef. Almacenamiento} = \frac{\text{Volumen necesario}}{\text{Volumen aplicado}} \times 100$$

En el presente caso se reemplazan los volumenes por carga de agua (h) en centímetros.

Trigo Pintacura

Nº riego	h(nec)	h(apl)	Ef(%)
1	5,90	14,94	100
2	4,31	8,56	100
3	3,18	26,29	100
4	5,52	8,47	100

Trigo Tahuinco.

Nº riego	h(nec)	h(apl)	Ef(%)
1	10,11	20,04	100
2	7,68	16,79	100
3	7,49	15,68	100
Frejol Tranquilla.			
1	4,01	18,72	100
2	7,25	16,30	100
3	3,15	9,11	100
4	5,92	8,63	100
6	3,15	9,91	100
7	3,91	14,13	100
10	0,86	11,95	100
11	2,86	10,75	100
El Tambo			
1	3,15	14,75	100
5	3,59	9,18	100

Tabaco Chuchiñí.

Nº riego	h(nec)	h(apl)	Ef(%)
1	2,25	8,16	100
3	1,31	11,72	100
5	0,00	11,52	100
6	- 0,47	11,82	100
11	1,78	5,72	100
13	3,65	12,02	100
15	1,87	5,33	100
16	1,97	8,14	100
Santa Rosa			
1	3,72	1,63	43,8
2	2,33	6,53	100
4	4,32	5,019	100
5	5,01	5,19	100
6	5,27	4,45	84,4
8	5,62	5,14	91,5
10	5,44	5,13	94,3
11	5,36	4,77	89,0

Vid Tahuinco.

Nºriego	h(nec)	h(apl)	Ef(%)
1	6,84	8,19	100
2	7,21	15,48	100
3	3,88	7,30	100
4	6,28	9,12	100
5	7,21	6,25	86,7
7	8,32	5,76	69,2
8	7,02	11,69	100
Alfalfa Chuchiñí			
1	9,86	17,59	100
2	6,07	13,33	100
3	9,10	15,02	100
4	10,05	20,30	100
5	8,72	14,87	100
6	6,26	16,45	100
7	9,48	20,42	100
8	5,50	15,86	100
9	4,55	16,91	100
10	9,86	19,30	100
12	2,09	17,32	100

Damasco Chillepín

Nº riego	h(nec)	h(apl)	Ef(%)
1	3,50	6,69	100
2	0,07	6,14	100
3	1,71	6,80	100
4	1,25	3,53	83,1
6	3,43	2,48	72,3
8	4,18	2,40	57,4
9	4,18	5,56	100
11	2,74	3,07	100
12	5,69	2,72	47,8
14	6,92	3,21	46,4
15	5,62	3,39	60,3
16	6,44	5,67	88,0
17	2,26	3,41	100

Nota: Se consideró el h(nec) para regar 40 cm de profundidad.