

O/H.1112
DISAN

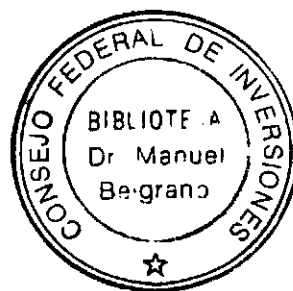
45250

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE FORMOSA

**PROGRAMA DESARROLLO DE
PEQUEÑAS COMUNIDADES**

**ANTEPROYECTOS DE RIEGO SUPLEMENTARIO
PARA CINCO LOCALIDADES RURALES**



Informe parcial

Expte: 3137-ALC IV

MAYO DE 1998

AUTORIDADES

PROVINCIA DE FORMOSA

GOBERNADOR

DR. GILDO INSFRÁN

SUBSECRETARIO DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

ING. FERNANDO DE VIDO

DIRECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

ING. CARLOS JOSÉ NARDÍN

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECRETARIO GENERAL

ING. JUAN JOSÉ CIÁCERA

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

JEFE DE ÁREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZÁLEZ ARZAC

AUTOR

TEC. HIDRÓLOGO

JOSÉ MIGUEL DELTURCO

ÍNDICE TEMÁTICO

1.0 Generalidades.

1.1 Fundamentación del proyecto Macro.	5
1.2 Alcance del proyecto Macro.	8
1.3 Marco Ambiental y explotaciones agropecuarias.	9
Regiones ambientales.	10
1.4 Análisis sobre la factibilidad económica de instalación de sistemas de riego complementarios.	
Variables que determinan el rendimiento de los cultivos.	14
Capacidad de campo. Punto de marchitez permanente. Agua útil como humedad disponible.	16
Programación de riego.	20
1.5 Salinidad de las aguas y su relación con los cultivos en la Provincia de Formosa.	
Salinidad, Sodicidad y toxicidad para las plantas.	21
1.6 Cálculo de la evapotranspiración de cultivos de referencia.	
Método Blaney-Criddle.	26
Elección del coeficiente de cultivo.	30
Consideraciones generales. Valores recomendados. Sugerencias.	30

2.0 Anteproyecto Micro.

Localidades con anteproyecto de factibilidad de implementación de riego suplementario en huertas escolares y/o comunitarias	39
---	----

2.1 El Quebracho.

2.1.1 Ubicación. Vivienda. Acceso.	41
Plano ubicación.	42
Tareas de Campo y Gabinete.	
2.1.2 Introducción.	43
2.1.3 Análisis de agua. Análisis físico-químico.	43
Plano relevamiento planialtimétrico de base.	44
2.1.4 Análisis de suelo. Características. Perfil.	45
2.1.5 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.	47
2.1.6 Área de siembra.	49
2.1.7 Necesidades de agua expresadas en lámina y en volumen.	50

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

2.1.8 Conclusiones preliminares.	55
2.1.9 Anexo.	
Hietograma medio de las precipitaciones. Distribución estacional media de las precipitaciones.	57
Planilla de datos climatológicos.	59
Planilla de análisis químico.	61
Ficha edafológica.	62
2.2 El Potrerito.	
2.2.1 Ubicación. Vivienda. Acceso.	65
Plano ubicación.	66
Tareas de Campo y Gabinete.	
2.2.2 Introducción.	67
2.2.3 Análisis de agua. Análisis fisico-químico.	67
Plano relevamiento planialtimétrico de base.º	68
2.2.4 Análisis de suelo. Características. Perfil.	70
2.2.5 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.	72
2.2.6 Área de siembra.	74
2.2.7 Necesidades de agua expresadas en lámina y en volúmen.	75
2.2.8 Conclusiones preliminares.	80
2.2.9 Anexo.	
Hietograma medio de las precipitaciones. Distribución estacional media de las precipitaciones.	82
Planilla de datos climatológicos.	84
Planilla de análisis químico.	86
Ficha edafológica.	89
2.3 Esterito.	
2.3.1 Ubicación. Vivienda. Acceso.	92
Plano ubicación.	93
Tareas de Campo y Gabinete.	
2.3.2 Introducción.	94
2.3.3 Análisis de agua. Análisis fisico-químico.	94
Plano relevamiento planialtimétrico de base.	95
2.3.4 Análisis de suelo. Características. Perfil.	98
2.3.5 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.	100
2.3.6 Área de siembra.	102
2.3.7 Necesidades de agua expresadas en lámina y en volumen.	103

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

2.3.8 Conclusiones preliminares.	108
2.3.9 Anexo.	
Hietograma medio de las precipitaciones. Distribución estacional media de las precipitaciones.	110
Planilla de datos climatológicos.	112
Planilla de análisis químico.	114
Ficha edafológica.	118
Planilla de determinación de caudales.	120
2.4 San Jacinto.	
2.4.1 Ubicación. Vivienda. Acceso.	122
Plano ubicación.	123
Tareas de Campo y Gabinete.	
2.4.2 Introducción.	124
2.4.3 Análisis de agua. Análisis físico-químico.	124
Plano relevamiento planialtimétrico de base.	125
2.4.4 Análisis de suelo. Características. Perfil.	127
2.4.5 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.	129
2.4.6 Área de siembra.	131
2.4.7 Necesidades de agua expresadas en lámina y en volumen.	132
2.4.8 Conclusiones preliminares.	137
2.4.9 Anexo.	
Hietograma medio de las precipitaciones. Distribución estacional media de las precipitaciones.	139
Planilla de datos climatológicos.	141
Planilla de análisis químico.	142
Ficha edafológica.	144
2.5 Laguna Murúa.	
2.5.1 Ubicación. Vivienda. Acceso.	147
Plano ubicación.	148
Tareas de Campo y Gabinete.	
2.5.2 Introducción.	149
2.5.3 Análisis de agua. Análisis físico-químico.	149
Plano relevamiento planialtimétrico de base.	150
2.5.4 Análisis de suelo. Características. Perfil.	152
2.5.5 Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.	154
2.5.6 Área de siembra.	156

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

2.5.7 Necesidades de agua expresadas en lámina y en volumen.	157
2.5.8 Conclusiones preliminares.	162
2.5.9 Anexo.	
Hietograma medio de las precipitaciones. Distribución estacional media de las precipitaciones.	164
Planilla de datos climatológicos.	166
Planilla de análisis químico.	167
Ficha edafológica.	169
3.0 Anexo.	
3.1. Algunas características generales de la huerta.	
3.1.1. Asociación de cultivos en la huerta.	172
3.1.2. Rotaciones de cultivos en la huerta.	172
3.1.3. Influencia de la luna en el manejo de la huerta.	172
3.1.4. La fertilización de la huerta. Nitrógeno. Fósforo. Potasio.	173
3.1.5. El abono. Abono compuesto. Abonos minerales.	174
3.2. Programa de Asistencia Integral a Pequeños Productores Agropecuarios.	
3.2.1 Fundamentación del Programa.	176
3.2.2 Alcances del Programa.	176
3.2.3 Estructura Funcional.	178
3.3 Consideraciones adicionales del método de Blaney Criddle.	
3.3.1 Temperatura. Humedad. Viento. Nubosidad.	180

1.0 Generalidades

1.1 Fundamentación del trabajo

Del diagnóstico social y económico de la Provincia de Formosa, el Gobierno ha puesto especial atención en el gran conjunto de la población del interior, formulando acciones de carácter integral que permitan revertir su frágil situación.

Entre esta se encuentran miles de familias que comprenden el sector de los pequeños productores rurales y los habitantes de asentamiento menores tipo parajes o colonias, que se hallan en las diversas zonas de la geografía provincial.

Particularmente para los primeros, y en base al análisis objetivo y criterios que ofrece la larga y dura experiencia en la búsqueda de evitar el estancamiento, degradación y finalmente emigración de esos habitantes, el Gobierno Provincial ha diseñado un nuevo modelo fundado en las reales características sociales, culturales y económicas que sirve para transformar las condiciones existentes para alcanzar el desarrollo sostenido.

Dicho modelo, recientemente ha sido puesto en marcha a través de un programa denominado de Asistencia Integral a Pequeños Productores Agropecuarios (PAIPPA), cuya descripción se anexa.

En ese contexto, en el cual explícitamente se propone que *el pequeño productor se promoció hasta alcanzar una línea de vida, por debajo de la cual no ha de quedar ningún comprovinciano, garantizando el derecho a realizarse en su suelo natal*, se basa el presente proyecto cuyo ámbito comprende a los pobladores de los pequeños parajes del interior.

En el marco de los trabajos conjuntos entre la Provincia de Formosa y el Consejo Federal de Inversiones, referente al Programa de Agua Potable a Pequeñas Comunidades en el pasado (APAPC), en el Programa de Desarrollo de Pequeñas Comunidades, en los últimos años se han venido dotando a más de setenta comunidades con graves problemas de abastecimiento de agua para consumo humano, a partir de agua subterráneas por perforaciones con caudales y calidades suficientes y aptas para cubrir dichas necesidades.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

En el desarrollo de esas actividades por parte de los equipos técnicos, se observó, que en muchos de los parajes asistidos existen pequeñas plantaciones destinadas principalmente a la alimentación de las familias del lugar; dependiendo de las características sociales y culturales de cada paraje, esas plantaciones se presentan en predios de algunas de las viviendas que componen el poblado del tipo huerta familiar, otras en terrenos de las escuelas constituyendo la huerta escolar y en el caso de asentamientos aborígenes suele existir una plantación de carácter comunitario.

En la zona del centro y este de la provincia también puede verse en las adyacencias del poblado otras plantaciones del orden de una a cinco hectáreas con cultivos como el maíz, el algodón u otros; sin embargo, las producciones obtenidas suelen ser muy escasas y a veces se pierden como consecuencia de los condicionamientos que ocasionan los periodos de secas.

Finalmente gran parte de los alimentos que se consumen en esas poblaciones provienen de afuera, señalándose que las condiciones de vida de la casi totalidad de los habitantes son muy precarias.

Ante esta situación, se cree que a partir del aprovechamiento integral de las perforaciones existentes, complementadas con otras nuevas como así también con las fuentes de agua superficial cercanas, se pueden desarrollar áreas de cultivos asistidas por riego como para cubrir las necesidades de alimentos frescos de la población a la vez de permitir que se vaya formando una cultura para producir otros productos que generen ingresos económicos.

De acuerdo a los objetivos generales planteados, el presente proyecto, busca que las comunidades tiendan a generar gran parte de los alimentos que consumen y progresivamente, con el conocimiento, se logre desarrollar determinadas producciones compatibles con las disponibilidades de agua, tierra y equipos que les permita comercializarlos y obtener algún ingreso económico.

El problema involucra varios aspectos a resolver, por lo que para su concreción se pone énfasis en las cuestiones básicas y prácticas, como determinar los alimentos a producir y consecuentemente los cultivos a desarrollar, el tamaño de las plantaciones y requerimientos para su desarrollo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Dentro de ellos, reviste importancia las necesidades de agua de los cultivos, la oferta de agua que ofrecen las actuales perforaciones y eventualmente los volúmenes adicionales requeridos, las obras para disponerlos y los equipamientos para aplicarlos en las áreas a desarrollar.

Este conjunto de acciones se integra con la enseñanza práctica que se necesita para el desarrollo de los cultivos, para lo cual se prevé la asistencia a responsables locales, destacándose entre ellos a maestros de escuela y/o líderes comunitarios.

1.2 Alcance del Proyecto

- Proporcionar la asistencia a poblaciones menores de quinientos habitantes.
- Considerar en forma preliminar entre 1 a 3 hectáreas el área de cultivo, parcela unitaria, comunitaria y fines educativa.
- Determinar las características de las obras, equipos y enseñanza de:
Fuentes subterráneas, reservorios superficiales, bombas y cañerías de impulsión, tanque de almacenamiento, cañerías de distribución y equipos de riego.
- Fomentar el desarrollo de actividades productivas mediante la enseñanza y organización comunitaria.
- Cubrir las necesidades de cada asentamiento a través de estudios y proyectos a desarrollar.
- Elaborar proyectos de riego en las condiciones antes mencionadas en un primer grupo de cinco localidades, según se detalla en el Plano N° 1.

REFERENCIAS

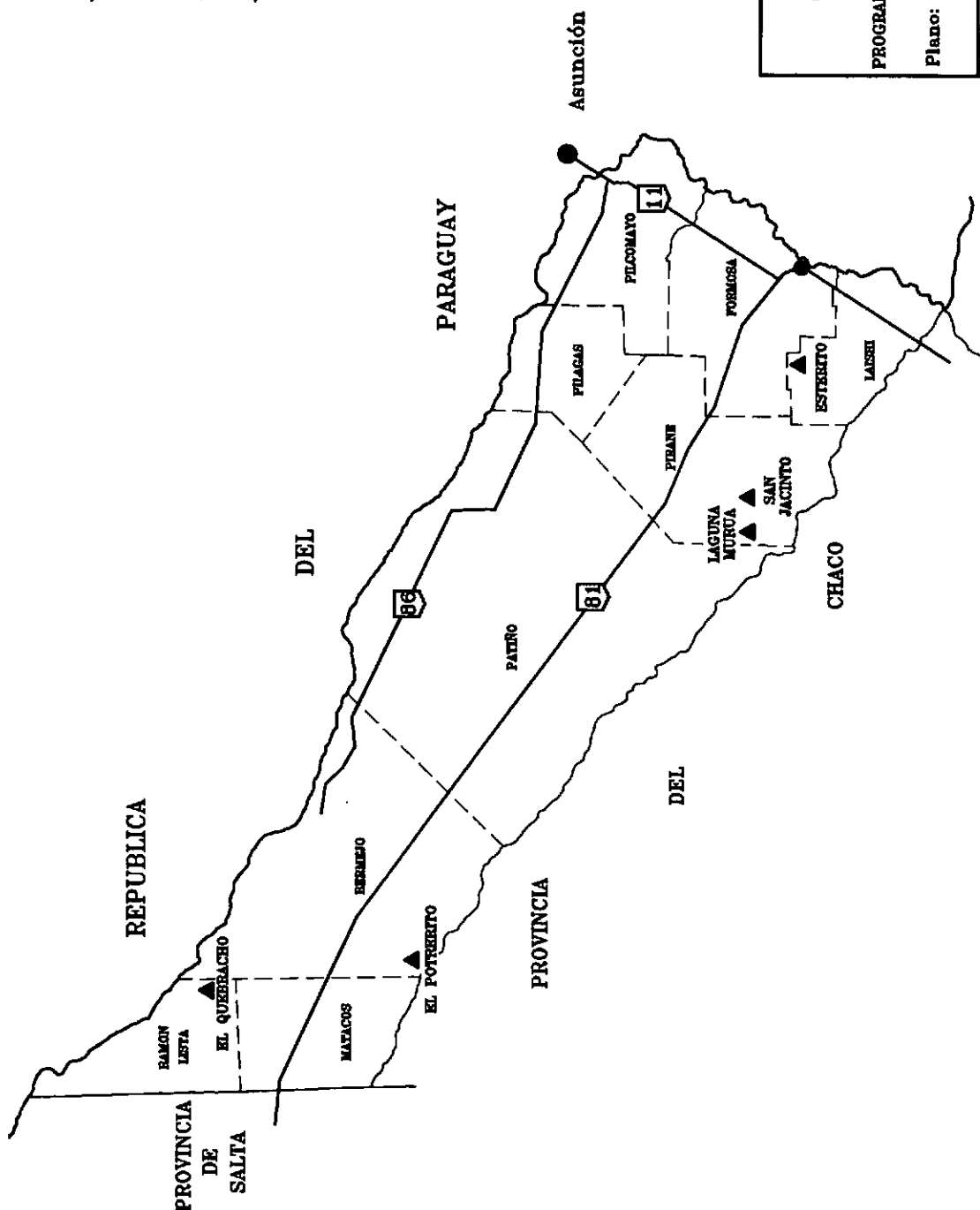
— LIMITE INTERNACIONAL

— LIMITE INTERPROVINCIAL

- - - LIMITE INTERDEPARTAMENTAL

— RUTA NACIONAL

▲ LOCALIDADES EN ESTUDIO



PROVINCIA DE FORMOSA
 Dirección de Recursos Hídricos
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Área Infraestructura Social

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES
 Plano: **SITUACION GENERAL**

Plano No.	Preparó	Fecha
1	DELTURCO, JOSE MIGUEL	MAYO/98

1.3 Marco Ambiental y explotaciones agropecuarias

Uno de los aspectos de importancia a definir en un proyecto de riego son las características climáticas generales fundamentalmente los balances hídricos; además, para las clasificaciones modernas de suelo, es indispensable definir las regiones de humedad correspondientes, así como las temperaturas.

Desde el punto de vista climático y biológico, la Provincia se ubica en una franja de transición que empalma las zonas subhúmeda/subtropical, con tropical/árida, quedando definida como un área de alta criticidad debido a su precario y frágil equilibrio bioecológico en la cual el resultado de las acciones del hombre pueden tener consecuencias negativas e irreversibles o de muy difícil reversión y a muy largo plazo. "La alteración del equilibrio como consecuencia de la destrucción por el hombre de los bosques y sabanas originarias, y las modificaciones del balance higró-termosolar que suceden a la eliminación de la cubierta vegetal, producen un cambio muy profundo en el microclima primitivo, provocando desecación, erosión y desertización de las regiones afectadas". "La parte oeste de la provincia está gravemente amenazada por la desertización precisamente como consecuencia de una explotación irracional y exhaustiva de sus tierras practicada desde hace un cuarto de siglo. La mayor parte los suelos del departamento Matacos, Ramón Lista y Bermejo, están erosionados en forma más o menos intensa, calculándose en un 25 - 30 % las tierras totalmente perdida".

Este desequilibrio se debe a la pérdida de protección de la cobertura vegetal de los suelos por el desmonte (tala y quemazón) y especialmente, por la desaparición de los pastizales, ocasionada por la excesiva carga de ganado mayor y por el intenso pastoreo y pisoteo de los cabríos.

El otro aspecto que atribuye particularidad al aspecto ambiental de la provincia es el hídrico. Este condiciona totalmente las actividades del hombre, y especialmente los usos de suelos, sea por su escasez o por su exceso.

Concatenadamente se dan ciclos de inundaciones por lluvias o crecientes de cursos de agua, que afectan a zonas pobladas y de producción, y largas épocas de sequías, que inutilizan todos los intentos de producción en algunas zonas que no cuentan con grandes recursos para la inversión, llevando a los suelos a límites extremos de deficiencia durante la larga sequía invernal. En lugares desprovistos de vegetación se ha observado el suelo casi completamente

seco hasta 80 cm y 1 metro de profundidad en determinadas épocas, y en otras, totalmente anegadas.

Región ambiental Este o húmeda

Esta zona abarca los departamentos Pilcomayo, Pilagás, Formosa, Pirané y Laishí, cubriendo una superficie aproximada de 27.482 km² y representando el 38,2 % del territorio provincial; constituye la zona más poblada. Concentrando el 78 % de los habitantes, particularmente en los departamentos Formosa y Pilcomayo en donde se ubican los dos centros urbanos de mayor importancia, Formosa y Clorinda.

Climáticamente se la puede ubicar dentro de un clima tropical, en donde no aparecen accidentes orográficos de importancia meteorológicas, tal como ocurre en la gran llanura chaqueña a la cual pertenece.

Como todo el territorio provincial presenta un régimen de altas temperaturas.

Los meses más cálidos son Diciembre y Enero en los que se registran máximas absolutas de hasta 45 °C.

Las heladas más frecuentes se presentan en esta zona durante los meses de Mayo a Agosto, destacándose más frecuentes los tardíos que los tempranos. Estas heladas duran un día, pero ocasionalmente se presentan períodos de 2 a 5 días.

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1.000 y 1.200 mm distribuyéndose el 75 % a lo largo de 8 meses del año, generalmente de Setiembre a Mayo.

El balance hídrico de esta zona es positivo, presentándose el mayor déficit en los meses de Diciembre y Enero.

Hidrológicamente, además de estar rodeada por los tres grandes ríos limítrofes, concentra la casi totalidad de los riachos arroyos y esteros de la Provincia; estos cursos de agua corren paralelos al río Pilcomayo Inferior y Bermejo y se encuentran separado por sectores de terreno que van del albardón al bajo, pasando por la media loma.

La red está conformada por riachos como El Porteño, Pavao, Tatú Piré, Monte Lindo, Salado, Dovagán y Alazán, dentro de los más importantes, y esteros como el Bellaco.

En general el problema no es la falta de agua, sino de regulación de las mismas sobre todo en la parte sur, por sus característica de anegabilidad.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

El mayor potencial económico de la Provincia, se ve reflejado en ella, tomando como ejemplo la superficie dedicada a la agricultura representa un 71 % del total; como es de suponer, también las principales explotaciones agropecuarias están radicadas aquí, significando más del 65 %, de los totales provinciales.

En cuanto al tamaño de las explotaciones, en términos generales se puede apreciar que poseen superficies no mayores a las 100 hectáreas., salvo las dedicadas al cultivo de arroz y las ganaderas que realizan agricultura que alcanzan mayores hectáreas.

Se cultiva arroz en la parte Sur sobre el río Bermejo y en el Nordeste sobre el río Paraguay.

Además se destaca el grupo de los frutales que incluye la banana y el pomelo, como sus máximos exponentes, pero también se cultiva mandarina, limón, naranja, etc..

Se desarrollan también tomates, pimientos, arvejas, cebollas, ajo, acelga, maíz choclo, zapallo, sandía, melón, como así también maní y caña de azúcar.

La actividad ganadera ocupa un destacado lugar, el 88 % de la existencia ganadera de la provincia se encuentra en esta zona.

El ganado menor no revista gran importancia, en su mayoría se trata de un complemento de otras actividades relacionadas con la cría de ganado mayor o la agricultura.

Región ambiental centro o de transición

Se caracteriza por ser intermedia o de transición entre la zona Este y Oeste.

Comprende el Departamento Patiño que es el de mayor extensión de la provincia abarca 24.500 km².

Las precipitaciones van disminuyendo de los 1.000 a los 800 mm anuales en sentido este oeste.

Cuenta con pequeños cursos de agua que tiene aquí sus nacientes y antiguos causes, con bañados de importancia como La Estrella, que es alimentado cuando el río Pilcomayo desborda.

El potencial económico de esta zona está dado por la ganadería fundamentalmente y algunos cultivos de importancia como el algodón.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

En esta zona además de la existencia ganadera en bovino, se destaca en importancia el ganado caprino.

La superficie de este departamento esta cubierto en un 60 % estimativamente por una densa masa boscosa de la cual un 40 % aproximadamente cuenta con especies maderera.

El principal problema de esta zona, está constituida por las grandes extensiones de vinal (*Prosopis Ruscifolia*), que además de ser una planta de gran agresividad se constituye en una gran colonizadora, avanzando actualmente desde los campos netamente pastoriles (zonas bajas generalmente) a las zonas agrícolas, reduciendo año a año el área útil de la zona.

Región ambiental oeste o seca

Esta zona abarca los departamentos Bermejo, Matacos y Ramón Lista.

El clima es de tipo continental, caracterizado por un verano cálido y de larga duración y por un invierno corto y suave, pero en el que habitualmente se registran 1 ó 2 heladas por año.

El régimen térmico es muy variable teniendo una amplitud muy grande, los meses mas cálidos son los de Diciembre y Enero en los que se registran máximas de 45 °C, anotándose algunos años mínimas para el mes de Julio de -8 a -10 °C.

En lo que respecta a las precipitaciones pluviales que se dan en el orden de los 700 mm se concentran normalmente entre los meses de noviembre a marzo, así es que el 72 % se da en este periodo, destacándose dos periodos bien delimitados, el seco y el húmedo con sus correspondientes periodos de transición.

La evapotranspiración media anual es de 1200 a 1300 mm anuales dando como consecuencia un balance hídrico negativo del orden de -400 a -600 mm anuales.

Actualmente las explotaciones ganaderas son de carácter extensivo, basados en el pastoreo directo en campos naturales, no existiendo ningún establecimiento que conduzca una explotación ganadera medianamente aceptable; el desarrollo es a "Monte" y donde hay pastizales naturales, de todas maneras en gran parte del año la alimentación del ganado se basa en rebrote y frutos silvestres: la mayoría no cuentan con infraestructura mínima necesaria, así se puede observar, salvo excepciones, que el alambrado no existe, ni siquiera el perimetral, no hay apotreramiento sino cerco de ramas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

La agricultura no aporta en nada al desarrollo económico de la Provincia ni siquiera al de la región.

Agroclimáticamente la zona está situada en la franja crítica que separa la semiaridez, (donde las posibilidades de agricultura sin riego, con cosechas aceptables solo es posible en años excepcionales), de la aridez (donde la agricultura solo es posible con riego en posición topográfica con aportes extras de agua).

De aquí se deduce la casi inexistencia de cultivos no solo para la comercialización sino también para el consumo, que se trasunta en los hábitos alimenticios de la población que es especialmente carnívoro.

En las márgenes de los ríos se hacen cultivos en forma aislada y solo son utilizados para el consumo familiar.

1.4 Análisis sobre la factibilidad económica de la instalación de sistemas de riego complementarios

Variables que determinan el rendimiento de los cultivos

- _ Suelos sin procesos de compactación.
- _ Barbecho.
- _ Determinados tipos de labores.
- _ Densidad de plantas.
- _ Distribución de plantas.
- _ Control de malezas.
- _ Control de insectos del suelo.
- _ Fecha de siembra.
- _ Fertilidad del suelo.

Una vez bajo control las anteriores variables, y cuando las lluvias insuficiente se convierten en un factor limitante que impide estabilizar los altos rendimientos; es el momento de evaluar la posibilidad de contar con un sistema de riego suplementario.

Antes de tomar decisiones de este tipo, que por cierto son costosas, es necesario lograr una eficiencia en el manejo de los cultivos sin riego, es decir en secano.

El riego por si solo no va a permitir obtener rendimientos inalcanzables en secano, de hecho, en la pampa húmeda no son infrecuentes los veranos en los que la necesidad de riego es nula o mínima, lo que sí va a permitir el riego es estabilizar estos muy altos rendimientos. Es la falta de agua lo que en ciertos años limita la producción.

Es por ello que se pretende con este proyecto dar un paso en el camino alternativo analizando la factibilidad y conveniencia económica de instalar un sistema de riego.

Lo primero que se debe tener en cuenta es que en regiones subhúmedas y húmedas las lluvias juegan un papel preponderante en la producción, por lo cual, la necesidad de regar no es pareja todos los años y en todo los meses; en estas zonas cuando hablamos de riego nos estamos refiriendo a la práctica de riego suplementario, ***es decir suplir, por medio del riego el agua que el cultivo necesita en cada una de las etapas cuando las precipitaciones no son suficientes.***

Un dato fundamental en todo proyecto de riego es saber cuanta agua hará falta, siempre teniendo en cuenta los posibles periodos de máximas eficiencias, a fin de no caer en subdimensionamientos o sobredimensiones.

Para poder calcular cuanta agua hará falta, se debe relacionar el consumo del cultivo, la probabilidad de ocurrencia de lluvias y la capacidad de almacenaje del suelo.

- Se entiende por consumo del cultivo o evapotranspiración a las pérdidas de agua que sufre el suelo, tanto por evaporación directa como por transpiración de las plantas. Cuando las plantas son pequeñas el suelo pierde agua principalmente por evaporación, cuando las plantas crecen, sombrean el suelo y la mayor parte del agua se pierde por transpiración del cultivo.

El consumo varía según las condiciones climáticas del lugar, del año, del sistema de siembra.

Durante el periodo vegetativo el consumo es bajo, a medida que las plantas se van desarrollando en altura y en masa foliar el gasto va aumentando, además dependiendo de factores como la temperatura, humedad ambiental, viento, nubosidad y largo del día.

- En cuanto a las precipitaciones, se deben tener en cuenta el promedio histórico de lluvias en los distintos meses que se desarrolla el cultivo y su probabilidad de ocurrencia, luego se debe relacionar estas cifras con el consumo del cultivo en sus distintas etapas.
- La capacidad de almacenaje del agua del suelo es el tercer factor a tener en cuenta, cuando ingresa agua a la superficie del suelo, esta se infiltra y drena en profundidad a través de los poros grandes por flujo gravitacional. Sin embargo parte del agua es retenida por fuerzas capilares de los poros pequeños y por absorción de las partículas del suelo.

Este fenómeno determina que parte del agua retenida del suelo sea disponible para las plantas. La medida más satisfactoria para conocer la disponibilidad de agua en el suelo es el Potencial de agua, sin embargo existen otros términos de importancia como:

Capacidad de campo (CC):

Es la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo, representa el porcentaje en peso de agua que tiene el suelo cuando ha escurrido toda el agua gravitacional. Esta situación generalmente ocurre unos días después del riego o lluvias, y está relacionado con las características intrínsecas del suelo. Los suelos pesados tienen mayor capacidad de almacenaje de agua que los suelos arenosos pero la planta no puede extraer toda el agua almacenada sino solamente la parte disponible.

Punto de marchitez permanente (PMP):

Es el punto que se alcanza cuando las plantas han extraído toda la humedad posible del suelo. O sea que la humedad remanente ya no pueda ser extraída por el cultivo. En esta situación la planta permanece marchita si no se agrega agua al suelo.

Agua útil o humedad disponible (HD):

Es el agua disponible en el suelo para el crecimiento de la planta. Es el agua retenida en el suelo entre los valores de Capacidad de campo y Punto de marchitez permanente.

$$\text{HD} = \text{Cantidad de agua en CC} - \text{Cantidad de agua en PMP.}$$

El conocimiento de la humedad disponible (HD), es la forma mas directa de programación de riego, ya que podemos definir tanto el momento de aplicación como también los milímetros de agua a aplicar.

Como regla general se puede decir que el riego debe comenzar cuando el suelo posee un 50 % de agua disponible.

En un sistema donde se mide la capacidad de campo, por ejemplo, a partir de un determinado momento se va sumando la lluvia y se va restando la evapotranspiración; lo que se pretende con el riego es mantener el agua útil en un 60 % para lograr que el cultivo extraiga fácilmente el agua disponible y rinda casi al tope de su potencial; se considera lógico no bajar de un 50 % de la capacidad de campo para estar en situaciones óptimas.

Al igual que en un planteo en secano, es fundamental tener en cuenta el nivel de compactación del suelo, toda compactación subsuperficial y superficial debe ser eliminada ya que impedirá la acumulación máxima del agua en el perfil del suelo y a su vez provocará un deficiente aprovechamiento de la humedad por parte del cultivo; las raíces del cultivo si no

cuentan con impedimentos como toscas, piedras, pisos de arados u otras capas impenetrables, van creciendo en profundidad mientras se desarrolla el cultivo.

A los efectos del riego se toma una profundidad efectiva de entre 0,3 y 0,9 metros de acuerdo a la etapa del ciclo, siempre y cuando no existan limitantes al desarrollo de las raíces. A grandes rasgos podemos estimar que en un metro de profundidad un suelo franco-arenoso puede almacenar de 90 a 100 mm de agua utilizable por el cultivo, mientras que en un franco-arcilloso de buena estructura podemos contar con 140 a 160 mm, por ejemplo el cultivo de maíz puede extraer un 50 % de esa agua sin sufrir en absoluto.

En todo proyecto de riego se debe saber perfectamente la calidad y cantidad de agua disponible para así determinar si es factible o no instalar un sistema.

No todas las aguas son aptas para regar, esta aptitud depende de su nivel de salinidad y de su contenido de sodio.

Si se analiza desde esta óptica el agua subterránea, ésta puede ser definitivamente “adecuada” para regar o “inadecuada”, en tal caso no va ser posible la práctica de riego; pero también existe una tercera posibilidad cuando el agua es de calidad “dudosa”, en este caso las aguas serán inadecuadas para un sistema de riego total, pero sí podrían ser aceptables para un sistema de riego suplementario.

De igual manera se puede analizar el agua de los cursos superficiales.

Un agua moderadamente salina que contenga 2 gramos de sal por litro aporta al suelo 2 toneladas de sal por hectárea cada 100 mm de riego.

Bajo un sistema de riego total este nivel de salinidad sería inaceptable, sin embargo bajo un sistema de riego suplementario se lo considera dudoso, dependiendo del tipo del suelo y del promedio de lluvia durante el año, probablemente en conjunto sean suficiente para lavar las sales aportadas con el riego.

El contenido de sodio de algunas aguas también puede resultar dudoso, el sodio produce efecto nocivos en la química del suelo, pero hay que tener en cuenta que nuestros suelos tienen un importante contenido de calcio en algunos casos suficientes para neutralizar sus efectos.

Los factores que determinan la factibilidad de agua de riego son:

1. Posibilidad de captación de agua.
2. Disponibilidad, caudal, característica físicas del agua (conductividad eléctrica), etc.

3. Conocimiento del suelo del campo para monitorear a largo plazo y verificar las componentes del suelo que no se produzca la degradación del mismo.

La cantidad de agua de la que se puede disponer es otro aspecto crítico que se debe analizar; en el caso del agua subterránea en primer lugar se debe realizar un estudio para determinar las características del subsuelo e inferir si hay o no acuíferos aptos tanto en calidad como en cantidad de agua disponible.

En el caso del agua superficial se debe conocer su permanencia, el caudal extraíble, su calidad en los distintos niveles de altura, distancia entre la captación y la zona de riego, es decir todo lo que influya en la conveniencia económica de la utilización de la fuente.

El caudal disponible determina según el sistema de riego que se piensa instalar, la superficie que se puede regar, por lo tanto es importante familiarizarse con las ventajas y desventajas de los distintos sistemas existentes.

A continuación se describen algunos de ellos:

Riego por goteo:

El agua llega a la planta por unas tuberías de conducción y a través de uno dispositivos llamados goteros que proporcionan la humedad a la planta, el sistema está compuesto por:

1_ Cabezal de riego. 2_ Red de distribución. 3_ Goteros o emisores.

Riego por surco:

El riego por surco se realiza enviando la lámina de agua por los surcos, el agua llega a la cabecera por canales conductores o por cañerías de distintos tipos. Cuando la lámina a aplicar genera un exceso de agua al final del surco es importante contar con un sistema de drenaje o desagüe para evacuar estos excedentes, al desplazarse el agua por gravedad estos sistemas requiere nivelar el terreno con las pendientes deseadas. Dada su baja eficiencia requiere de grandes cantidades de agua en relación con la superficie a regar.

Este sistema es generalmente recomendado para pequeñas explotaciones que utiliza mano de obra familiar.

Sistema de riego por aspersion:

El riego se realiza por medio de difusores o aspersores colocados a una escasa altura del suelo, pudiendo ser su distribución circular o sectorial.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

El sistema de riego por aspersión manual requiere de una inversión inicial considerable y su requerimiento de mano de obra es alto.

Enrolladores automáticos con cañón:

El sistema de enrolladores automáticos utiliza aspersores rotativos de gran tamaño comúnmente llamado cañón que trabaja a alta presión y riegan grandes superficies, estos aspersores están montados sobre carros que se desplazan sobre el campo mientras riegan. El cañón es arrastrado por la propia manguera flexible por la que recibe el agua y que se enrolla en un carretel especial o bien por un cable enrollable independiente del sistema de alimentación del agua.

Pivot central:

El pivot central está compuesto por un ramal de riego con un extremo fijo por el que recibe el agua y la energía eléctrica y otro móvil que describe un círculo girando sobre el primero a medida que riega. El tablero de control se encuentra en una torre central y su funcionamiento es totalmente automático. La presión de trabajo es baja, este tipo de equipo permite la aplicación de fertilizantes, herbicidas e insecticidas, junto al riego.

Riego de avance frontal:

Es una variante del pivot central que permite evitar los desperdicios de las esquinas de los lotes. Los principios hidráulicos de ambos equipos son similares, pero el desplazamiento es en línea recta.

La fuente de agua puede ser un canal en línea recta o hidrantes conectados con mangueras que el equipo arrastra a unos 300 metros de distancia, esta representa su principal desventaja ya que para realizar esta operación se necesita mano de obra. El costo inicial es mayor que el anterior.

Los equipos de riego más adecuados para nuestro proyecto en función de la zona, el área a regar, los volúmenes y las plantas a cultivar, se sugeriría el riego por aspersión, goteo y eventualmente por surcos en el caso de disponibilidad suficiente de agua y con una topografía adecuada para tal fin.

Programación de riego

Para quien tiene la responsabilidad de conducir un sistema de riego es importante tener una respuesta al interrogante de “**Cuando y Cuanto regar**”. La complejidad radica en poder tener el conocimiento exacto de:

- _ Consumo de agua de los cultivos.
- _ Balance de agua en el perfil del suelo explorado por las raíces.

El manejo de la información correcta permite definir el momento de riego y cuantificar la lámina de agua a aplicar, maximizando la eficiencia, obteniendo el rendimiento óptimo con la menor lámina de riego posible, a fin de reducir costos de la explotación.

Este procedimiento se **denomina programación de riego** y sobre él influyen diversos factores como clima, estados fenológicos de los cultivos, suelo, etc..

Conociendo el volumen de agua con el que contamos, el nivel de eficiencia de los distintos equipos de riego, la cantidad de horas que es posible regar con cada uno de ellos y los distintos niveles de consumo de agua por parte del cultivo en los diferentes estadios, se estima la cantidad de hectáreas que sería posible regar en diferentes situaciones. Es fundamental no caer en subdimensionamientos o sobredimensionamientos.

La fórmula general de cálculo se puede expresar como:

$$\text{Tiempo de riego} \times \text{caudal} \times \text{eficiencia del equipo/Ha} = \text{LÁMINA (mm)/Ha}$$

Todo proyecto a implementar debe tener en cuenta los siguientes factores.

- _ Cuanta agua hará falta.
- _ Capacidad de almacenamiento (consumo-lluvias)
- _ Calidad del agua.
- _ Caudal disponible.
- _ Sistema de riego.

Luego se debe definir la inversión inicial y calcular el costo operativo de los diferentes equipos para la superficie que se va a regar. Es de suma importancia ser realista con el rendimiento que se espera obtener en esa superficie en función del agua disponible.

1.5 Salinidad de las aguas y su relación con los cultivos en la Provincia de Formosa

Una de las dificultades que se presentan en la Provincia de Formosa para implementar sistemas de riego es la calidad del agua. Básicamente son tres los aspectos que aparecen como limitantes:

- Salinidad.
- Sodicidad.
- Toxicidad para las plantas.

Salinidad

El aumento de la concentración de sales puede alterar el fenómeno osmótico de absorción de aguas por parte de los cultivos, ocasionando una disminución de su productividad. El agua con exceso de sales no presenta en sí misma concentraciones tales que causen un efecto nocivo, sino que al evapotranspirarse, deja el soluto en el suelo y este último ve aumentada la concentración salina de su solución. El potencial osmótico decrece y las raíces de las plantas tienen que hacer un gasto energético mayor para poder absorber agua. Este mayor esfuerzo trae aparejado una merma en el rendimiento. La disminución de los rindes es inversamente proporcional al aumento de la salinidad y la relación es lineal. La concentración de sales generalmente se expresa mediante la conductividad eléctrica, guarismos que son directamente proporcionales.

En función de los valores de conductividad eléctrica (CE) del agua se definieron índices de salinidad, como se detallan en las siguientes clasificaciones:

Clasificación del Comité de Consultores: (1972, Universidad de California, US)

Índice de salinidad	CE (microsiemens/cm)	Riesgo de Salinidad
1	< 750	Bajo
2	750 - 1500	Medio
3	1500 - 3000	Alto
4	> 3000	Muy Alto

Clasificación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: 1976, de Ayers y Uescot. Similar a la anterior pero resumiendo los grados 2 y 3

Índice de salinidad	CE (microsiemens/cm)	Riesgo de Salinidad
1	< 750	Sin Riesgo
2	750 - 3000	Problemas Crecientes
3	> 3000	Problemas serios.

En el presente informe se hará uso de la Clasificación del Comité de Consultores 1972.

Sodicidad

Si el contenido de sodio del agua de riego es elevado, puede causar un aumento en el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). La consecuencia de este aumento es una pérdida de la estructura por dispersión de las partículas del mismo.

La forma que habitualmente se mide el riesgo de sodificación es a través de la Relación de Absorción de Sodio (mas conocido como valor RAS o SAR). La forma de cálculo es la siguiente:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

La concentración de los distintos cationes se expresa en meq/l. El valor del RAS tiene que ver con la infiltración, dado que al aumentar el RAS disminuye la infiltración, pero este dato no se puede analizar aisladamente, pues para un determinado valor de RAS la velocidad de infiltración aumenta a medida que aumenta la salinidad. Esto puede apreciarse en la siguiente tabla.

Grado de restricción de uso

	Ninguna	Ligera a moderada	Severo
RAS = 0 - 3 y CE =	> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
RAS = 3 - 6 y CE =	> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
RAS = 6 - 12 y CE =	> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
RAS = 12 - 20 y CE =	> 2.9	1.9 - 1.3	< 1.3
RAS = 20 - 40 y CE =	> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9

Fuente: CFI-informe final-Ing. Agr. N.D.Bayón.

Toxicidad

Según la clasificación del Comité de Consultores de la Universidad de California (1974) los valores considerados en relación con la toxicidad causada por el sodio y el cloro son:

Concentración que puede causar problemas

ION	Inexistente	Creciente	Graves
Na (mq/l)	< 3	3 - 9	> 9
Cl (mq/l)	< 4	4 - 10	> 10

La mayor parte de los cultivos arbóreos y plantas leñosas son sensible al sodio (Na) y al cloro (Cl).

Relación de la salinidad con la producción

La siguiente fórmula vincula la producción en porcentaje de los distintos cultivos con la salinidad del suelo expresada en conductividad eléctrica del suelo (CEe) en mmhos/cm.

La misma relación fue lograda a partir de datos reales y se expresa:

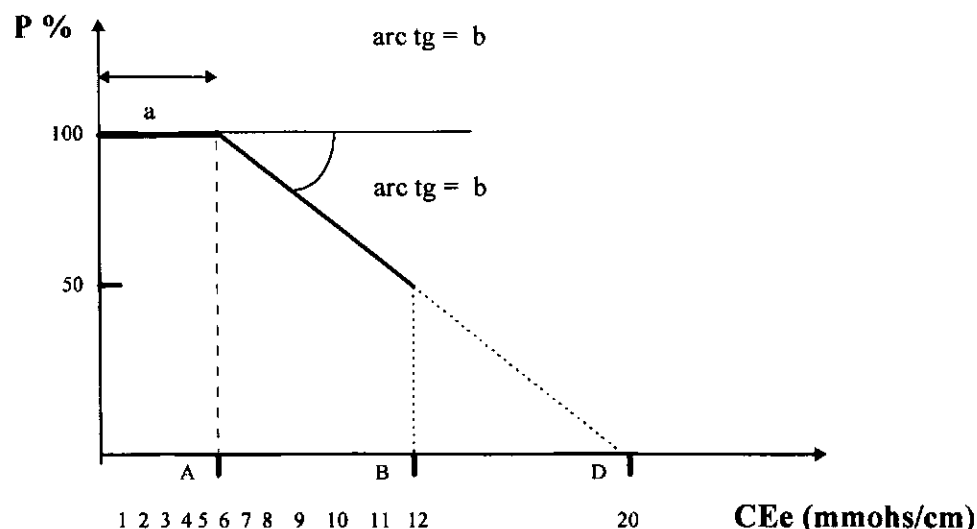
$$P = 100 - b (CEe - a) \leq 100$$

P = Producción del cultivo en % respecto del rendimiento máximo esperado.

CEe = salinidad del suelo expresada como conductividad eléctrica del estrato de saturación y medida en mmhos/cm.

a y b = son dos parámetros, cuyos valores son constante para cada cultivo

Gráfico de Curvas de predicción cultivo Vs. conductividad eléctrica del estrato



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

En el primer tramo de la horizontal "a" la producción $P = 100$. Mientras CEe sea \leq que "a", el cultivo no experimenta reducción en su rendimiento. Al valor "a" se lo conoce como el valor umbral de salinidad para un cultivo dado.

Luego continua un trazo recto continuo que se prolonga hasta la ordenada $P = 50 \%$. Este tramo define los valores de salinidad de "a" y "b" y según puede apreciarse en la curva un incremento en la salinidad produce una caída en el rendimiento del cultivo en forma directamente proporcional. Este tramo forma con la horizontal un ángulo, cuya tangente es el parámetro "b" es decir que "b" es el cociente entre la variación de P y CEe.

$$b = - \frac{\text{variación P}}{\text{variación CEe}}$$

El signo menos indica que cuando la CEe aumenta la P disminuye.

Valores de los parámetros "a" y "b".

La FAO ha presentado los siguientes valores referidos a la tolerancia que los distintos cultivos tienen a la salinidad.

Cultivo	Valores de CEe (*) (mmhos/cm) para un P (%) de						
	a	b	100	90	75	50	0
Remolacha	4.0	8.9	4.0	5.1	6.8	9.6	15.0
Brócoli	2.8	9.3	2.8	3.9	5.5	8.2	13.5
Melón	2.2	7.2	2.2	3.6	5.7	9.1	16
Tomate	2.5	9.8	2.5	3.5	5.0	7.6	12.5
Espinaca	2.0	7.6	2.0	3.3	5.3	8.6	15.0
Col-Repollo	1.8	9.6	1.8	2.8	4.4	7.0	12.0
Batata	1.5	11.1	1.5	2.4	3.8	6.0	10.5
Papa	1.7	11.9	1.7	2.5	3.8	5.9	10
Pimiento	1.5	13.9	1.5	2.2	3.3	5.1	8.5
Lechuga	1.3	12.8	1.3	2.1	3.2	5.2	9.0
Rábano	1.2	13.2	1.2	2.0	3.1	5.0	8.0
Cebolla	1.2	16.1	1.2	1.8	2.8	4.3	7.5
Zanahoria	1.0	13.9	1.0	1.7	2.8	4.6	8.0
Poroto	1.0	19.2	1.0	1.5	2.3	3.6	6.5
Pomelo	1.8	16.3	1.8	2.4	3.4	4.9	8.0

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Naranja	1.7	16.1	1.7	2.3	3.3	4.8	8.0
Limonero	1.7	16.1	1.7	2.3	3.3	4.8	8.0
Durazno	1.7	20.8	1.7	2.2	2.9	4.1	6.5

(*) CEe = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (no del agua).

Resistencia y sensibilidad de las plantas a la salinidad

El parámetro “a” se puede considerar como el umbral de tolerancia a la salinidad de cada cultivo. Como ya se expresara, si el CEe se mantiene por debajo de “a” el cultivo no ve resentida su producción. Pero para tener una idea más acabada de la resistencia, no sólo se debe incluir a “a” sino también a “b” que muestra una inclinación de la recta que vincula la producción y la salinidad. Es por esto que se considera como más representativo de la resistencia de una especie al valor de CEe que produce una pérdida del 10 % del rendimiento.

Conductividad eléctrica (mmhos/cm) del estrato de saturación del suelo para una merma del 10 % del rendimiento.

Cultivo	CE/90	Resistencia
Remolacha	5.1	Alta
Brócoli	3.9	Media
Tomate	3.6	Media
Espinaca	3.5	Media
Pepino	3.3	Media
Col	2.8	Media
Maíz dulce	2.5	Media
Papa	2.5	Media
Batata	2.4	Media
Pimiento	2.2	Media
Lechuga	2.1	Media
Rábano	2.0	Baja
Cebolla	1.8	Baja
Zanahoria	1.7	Baja
Poroto	3.8	Baja
Pomelo	2.4	Baja
Naranja	2.4	Baja
Limonero	2.3	Baja
Durazno	2.2	Baja

1.6 Cálculo de la evapotranspiración de cultivos de referencia (ET_o)

Método Blaney-Criddle

La ecuación de Blaney-Criddle es uno de los métodos más utilizados para calcular las necesidades de agua de un cultivo. Este método debe adaptarse para calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) en aquellas zonas que solamente se dispongan de datos medidos sobre la temperatura del aire.

El método original de Blaney-Criddle recurre a la temperatura (T) y al porcentaje de horas diurnas (p) como variables climáticas para predecir los efectos del clima sobre la evapotranspiración. Esto recibe el nombre de factor de uso consuntivo (f) siendo (p) el porcentaje de horas diurnas anuales durante el periodo considerado:

$$f = p (0.46 T + 8.13)$$

Cuando la temperatura viene dada en grados Celsius (°C). Tras ello se aplica un coeficiente de uso consuntivo del cultivo empíricamente determinado (K) para obtener las necesidades de consumo de agua, que se definen “como la cantidad de agua potencialmente necesaria para satisfacer las necesidades de evapotranspiración de unas zonas vegetativas de modo tal que la producción vegetal no quede limitada por falta de agua”.

Las necesidades de agua de un cultivo variaran considerablemente en los climas que tengan una temperatura del aire similar; por ejemplo entre climas muy secos o muy húmedos o entre zonas de vientos muy fuertes o generalmente en calma. Así pues, los efectos del clima sobre las necesidades de agua de los cultivos no quedan del todo definidas únicamente por la temperatura y el factor (f) relacionado con la duración del día. Por consiguiente, el coeficiente de uso consuntivo tendrá que variar no solamente en función del cultivo sino también de las condiciones climáticas. Así pues el valor de (K) depende en gran medida del tiempo y del lugar y será preciso realizar experimentos in situ para determinar este valor.

Con objeto de definir mejor los efectos del clima sobre las necesidades de agua del cultivo, en el presente trabajo se ha calculado el factor de uso consuntivo (f) además de la temperatura en esos puntos y datos varios sobre la humedad, la nubosidad y el viento.

Se estableció así una relación entre el factor (f) de Blaney-Criddle y la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o).

Tras haber calculado el factor (f) en un punto dado utilizando datos sobre la duración de las horas luz y la temperatura, se puede determinar gráficamente el valor de (ETo) a partir de la figura N° 1. Como hay que tomar en consideración los niveles generales de humedad, viento y nubosidad, ha de ser posible llegar a una predicción mejorada de los efectos del clima sobre la evapotranspiración.

Relaciones recomendadas

El factor (f) de Blaney-Criddle en mm se expresa como sigue:

$$f = p (0.46 \times t + 8,13)$$

Donde (t) es el promedio de las temperaturas máximas y mínimas diarias en (°C) en el mes examinado a través de toda la serie considerada y (p) es el porcentaje diario medio de horas diurnas anuales, calculado a partir del cuadro N° 1 en relación con un mes y con una latitud dada. El factor (f) se expresa en mm diarios y representa el mismo valor durante todo el mes.

En relación con los valores de (f) se indican en el gráfico N° 1 las relaciones para determinar (ETo). El valor de (f) viene dado en el eje de las "x" y el valor de (ETo) en el eje de las "y".

En el gráfico N° 1 se representan relaciones correspondientes a tres niveles de humedad mínima diurna y tres niveles de la relación entre las horas reales y las máximas posibles de nubosidad. Además se indican las relaciones correspondientes a tres tipos de vientos diurnos a una altura de dos metros.

Normalmente se requerirán varias relaciones seleccionadas para el mismo punto, ya que una o mas de las tres variables climáticas consideradas, variarán probablemente de un modo notable según la estación. La combinación de condiciones meteorológicas seleccionadas se pueden llevar a una interpolación entre las relaciones dadas.

El factor (f) se expresa en mm diarios, la (ETo) se indica también en mm diarios y representa el valor diario medio del periodo considerado, que suele ser de un mes. Para calcular la (ETo) mensual en mm, habrá que multiplicar ese valor por el número de días de cada mes.

Después de determinar el valor de (ETo) a partir del gráfico se puede predecir el (ET) de cultivo utilizando el coeficiente adecuado de (kc), o sea;

$$ET = kc \times ETo.$$

Cuadro N° 1

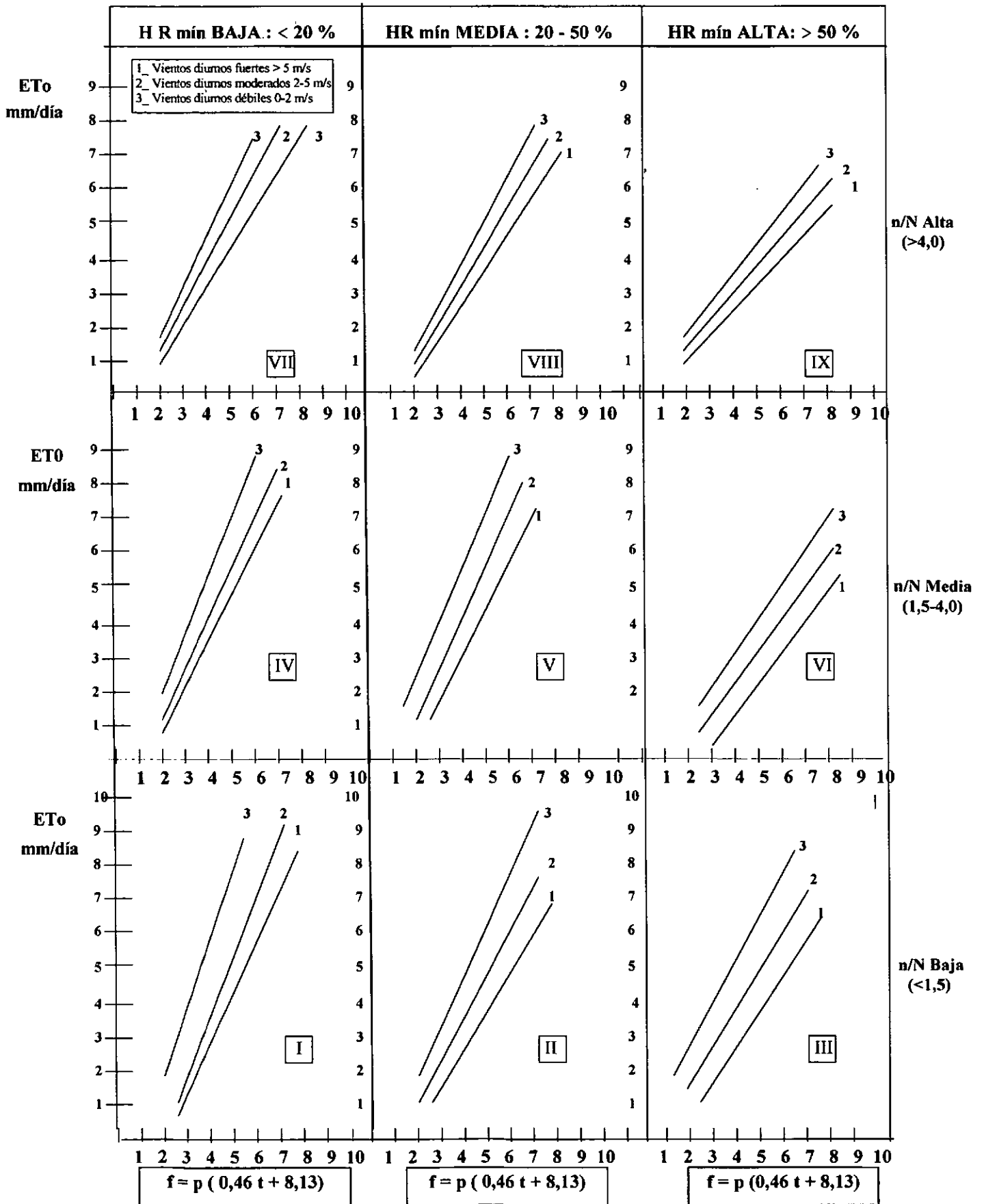
Porcentaje diario medio (p) de horas diurnas anuales a diferentes latitudes

Latitud Norte	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Latitud Sur 1_/	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
60°	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13
58°	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.40	0.39	0.34	0.28	0.23	0.18	0.15
56°	0.17	0.21	0.26	0.32	0.36	0.39	0.38	0.33	0.28	0.23	0.18	0.16
54°	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.38	0.37	0.33	0.28	0.23	0.19	0.17
52°	0.19	0.22	0.27	0.31	0.35	0.37	0.36	0.33	0.28	0.24	0.20	0.17
50°	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18
48°	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19
46°	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.35	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.20
44°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20
42°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
40°	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
35°	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22
30°	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
25°	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24
20°	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25
15°	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25
10°	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
5°	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
0°	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

1_/ Latitudes sur: aplíquense 6 meses de diferencia, según se indica.

Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

Gráfico N°1 Predicción de la ETo a partir del factor f de Blaney-Criddle para diferentes condiciones de humedad relativa, nubosidad diaria y vientos diarios



Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

Elección del coeficiente del cultivo (Kc)

El método descripto permite predecir los efectos del clima en la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o). Para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre sus necesidades de agua se presentan unos coeficientes de cultivo (K_c), con el objeto de relacionar la (ET_o) con la evapotranspiración del cultivo: (ET cultivo). El valor de k_c representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas con rendimientos óptimos. Se puede obtener (ET) mediante la operación $k_c \times ET_o$.

Por otra parte, la tasa de transpiración es más alta cuando los vientos son secos en comparación con los húmedos.

Consideraciones generales

Los factores que repercuten en el valor de k_c, son principalmente las características del cultivo, las fechas de plantación o de siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del periodo vegetativo, las condiciones climáticas y especialmente sobre la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias o de riego.

Las grandes variaciones entre los principales grupos de cultivo se deben en gran medida a las diferencias existentes en los mecanismos de las plantas en lo que se refiere a oponer resistencia a la transpiración. Como por ejemplo, unos estomas cerrados durante el día de la piña o el ananá y unas hojas cerosas de los cítricos. Otros factores a tener en cuenta son las diferencias de altura para un mismo cultivo y la reflexión y cubierta sombreada.

La fecha de siembra o de plantación repercutirá en la duración del periodo vegetativo, la tasa de desarrollo del cultivo hasta llegar a una cubierta sombreada completa y la iniciación de la maduración.

Al escoger el coeficiente de cultivo adecuado (k_c), para un cultivo dado en cada mes del periodo vegetativo, ha de tomarse en consideración el ritmo de desarrollo del mismo.

En el caso de ese mismo cultivo, plenamente desarrollado, el valor de k_c no es constante, sino que cambia en función de las condiciones climáticas. En relación con el (ET_o), la evapotranspiración del cultivo es mayor en climas cálidos, ventosos y secos que en los fríos, sin vientos y húmedos. Esto se refleja claramente en los valores de (k_c) que se presentan con respecto a las distintas condiciones climáticas.

La (ET) es la suma de la transpiración de los vegetales y la evaporación de la superficie del suelo. Con una cubierta sombreada completa la evaporación es insignificante,

pero durante la primera fase de crecimiento la evaporación de la superficie del suelo puede ser considerable, especialmente cuando esté húmeda durante la mayoría del tiempo debido al riego o a la lluvia. De ahí la gran diversidad de valores de (kc) durante la primera fase del período vegetativo.

Valores recomendados

Cultivos extensivos y hortalizas.

El periodo vegetativo se divide en cuatro fases:

1_ Fase inicial: Germinación y crecimiento inicial, cuando la superficie del suelo está cubierta apenas o nada por el cultivo.

2_ Fase de desarrollo del cultivo: Va desde el final de la fase inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva completa.

3_ Fase de mediados del periodo: Desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva completa hasta el momento de iniciarse la maduración, tal como se pone de manifiesto por la decoloración de las hojas o su caída, en algunos casos esta fase puede extenderse hasta muy cerca de la recolección a no ser que se riegue al final del período y se suscite una reducción de la (ET cultivo) para aumentar los rendimientos y/o calidad.

4_ Fases finales del período: Desde el final de la anterior hasta que se llega a la plena maduración o la recolección.

Sugerencias:

1_ Precisar la fecha de plantación o siembra a partir de la información local o de las prácticas que se sigan en zonas climáticas generales.(Ver cuadro N° 4)

2_ Determinar el periodo vegetativo total y la duración de las fases de desarrollo del cultivo a partir de la información local o según cuadro N° 2.

3_ Fase inicial: Predecir la frecuencia de riego y/o las lluvias; para los valores de (ET_o) determinado anteriormente, se obtiene kc a partir de la figura N° 2 y se indicará gráficamente el valor correspondiente como puede verse en la figura N° 3.

4_ Fase de mediados del periodo: Para un clima dado (humedad, viento), escoger el valor de (kc) a partir del cuadro N° 3 y representarlo como una línea recta.

Cuadro N° 2

Duración del periodo vegetativo y fases de desarrollo de determinados cultivos extensivos y algunas indicaciones al respecto

Cultivo	Zona	Fases (días)	Periodo veg. (días)	Consideraciones
Remolacha	Climas desérticos	25-30-25-10	90	Antes del frío
Zanahorias	Climas semiárido o árido	20-30-30-20	100	Estación cálida
		20-30-80-20	160	Estación fría
Apio	Climas semiáridos	25-40-95-20	180	Antes del frío
		30-55-105-20	210	Estación fría
Maíz dulce	Climas desérticos	20-30-30-10	90	Al final de la estación fría.
		20-30-50-10	110	A principios de la estación fría
Maíz en grano	Climas desérticos cálidos	25-40-45-30	140	Finales de la estación fría
Algodón	Climas desérticos	30-50-60-55	195	Principios de primavera
Crucíferas	Climas continentales	20-30-20-10	80	Amplia variación de la estación
Pepino	Climas semiáridos	25-35-50-20	130	En primavera
	Áridos			Estación fría
Berenjena	Climas desérticos cálidos	30-40-40-20	130	En invierno
Lentejas	Climas de invierno cálido	25-35-70-40	170	Antes del frío
Lechuga	Climas desérticos de tierras bajas	25-35-30-10	100	A principios de la estación fría.
		35-50-45-10	140	Al final de la estación fría
Melones	Climas desérticos bajos	30-45-65-20	160	A mitad de invierno
Cebollas secas	Climas desérticos, semiáridos y áridos	20-35-110-45	210	Antes del invierno cálido
Cebollas verdes	Climas desérticos, semiáridos y áridos	20-45-20-10	95	Antes del invierno cálido
Arvejas	Climas desérticos	20-25-35-15	95	Invierno cálido
Pimientos	Climas desérticos	30-40-110-30	210	Invierno cálido
Papas	Climas desérticos	25-30-30-20	105	En invierno cálido

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

	Áridos y semiáridos	25-30-45-30	130	A finales de invierno
Rábanos	Climas desérticos	10-10-15-5	40	Invierno cálido
Sorgo	Climas desérticos	20-30-40-30	120	Estación cálida
	Climas áridos cálidos	20-35-45-30	130	A principios de primavera
Soja	Climas desérticos	20-30-60-25	130	En junio
Espinaca	Climas desérticos	20-30-40-10	100	Invierno cálido
Calabazas	Climas desérticos	20-30-30-15	95	Invierno cálido
Girasol	Climas desérticos	20-35-45-25	145	A principios del verano
Tomate	Climas desérticos	30-40-40-25	135	Invierno cálido

Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

Cuadro N°3

Coefficientes de cultivo kc correspondientes a cultivos extensivos y de hortalizas en diferentes fases de su crecimiento y según las condiciones climáticas predominantes

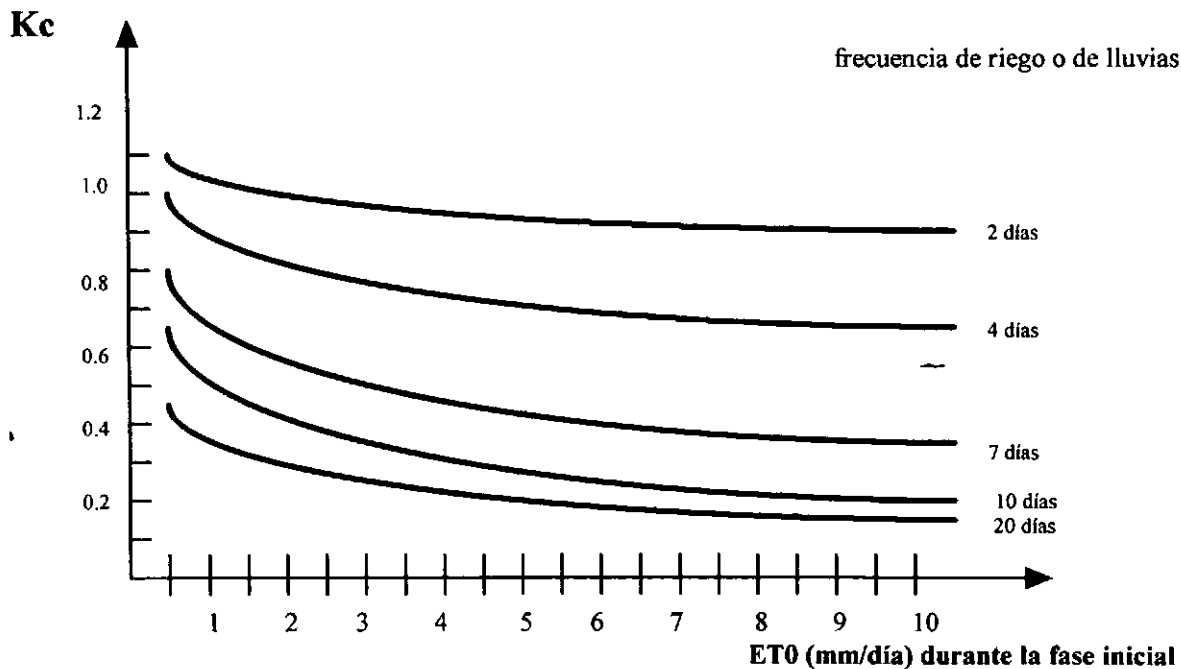
CULTIVO	HUMEDAD	H R Mín. > 70 %		R H Mín. 20 - 70 %		
	VIENTO (m/s)	0 - 5	5 - 8	0 - 5	5 - 8	
	FASES	COEFICIENTES DE CULTIVOS				
Todos los cultivos extensivos	Inicial 1	Utilizar la figura N° 3 por interpolación				
Todos los cultivos extensivos	De desarrollo del cultivo	2				
Remolacha de mesa		3	1.0	1.0	1.05	1.1
		4	0.9	0.9	0.95	1.0
Zanahorias		3	1.0	1.05	1.1	1.15
		4	0.7	0.75	0.8	0.85
Apio		3	1.0	1.05	1.1	1.15
		4	0.9	0.95	3.0	1.05
Maíz dulce		3	1.05	1.1	1.15	1.2
		4	0.95	1.0	1.05	1.1
Maíz en grano		3	1.05	1.1	1.15	1.2
		4	0.55	0.55	0.6	0.6
Algodón		3	1.05	1.15	1.2	1.25
		4	0.65	0.65	0.65	0.7
Crucíferas (coles, coliflores, brócoli, coles de bruselas)		3	0.95	1.0	1.05	1.1
		4	0.8	0.85	0.9	0.95
Pepino fresco		3	0.9	0.9	0.95	1.0
		4	0.7	0.7	0.75	0.8
Pepino cosechado a máquina		4	0.85	0.85	0.95	1.0
Berenjena		3	0.95	1.0	1.05	1.1
		4	0.8	0.85	0.85	0.9
Lenteja		3	1.05	1.1	1.15	1.05
		4	0.9	0.9	0.9	1.0
Lechuga		3	0.95	0.95	1.0	0.5
		4	0.9	0.9	0.9	1.0
Melón		3	0.95	0.95	1.0	1.5
		4	0.65	0.65	0.75	0.75
Cebolla seca		3	0.95	0.95	1.05	1.1
		4	0.75	0.95	0.8	0.85
Cebolla verde		3	0.95	0.95	1.0	1.05
		4	0.95	0.95	1.0	1.05
Arvejas		3	1.05	1.1	1.15	1.2
		4	0.95	1.0	1.05	1.1
Pimientos		3	0.95	1.0	1.05	1.1
		4	0.8	0.85	0.85	0.9

Papas	3	1.05	1.1	1.15	1.2
	4	0.7	0.7	0.75	0.75
Rábanos	3	0.8	0.8	0.85	0.9
	4	0.75	0.75	0.8	0.85
Sorgo	3	1.0	1.05	1.1	1.15
	4	0.5	0.5	0.55	0.55
Soja	3	1.0	1.05	1.1	1.15
	4	0.45	0.45	0.45	0.45
Espinacas	3	0.95	0.95	1.0	1.05
	4	0.9	0.9	0.95	1.0
Calabazas	3	0.9	0.9	0.95	1.0
	4	0.7	0.7	0.75	0.8
Girasol	3	1.05	1.1	1.15	1.2
	4	0.4	0.4	0.35	0.35
Tomates	3	1.05	1.1	1.2	1.25
	4	0.6	0.6	0.65	0.65
Trigo	3	1.05	1.2	1.15	1.2
	4	0.25	0.25	0.2	0.2

Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

Figura n°2

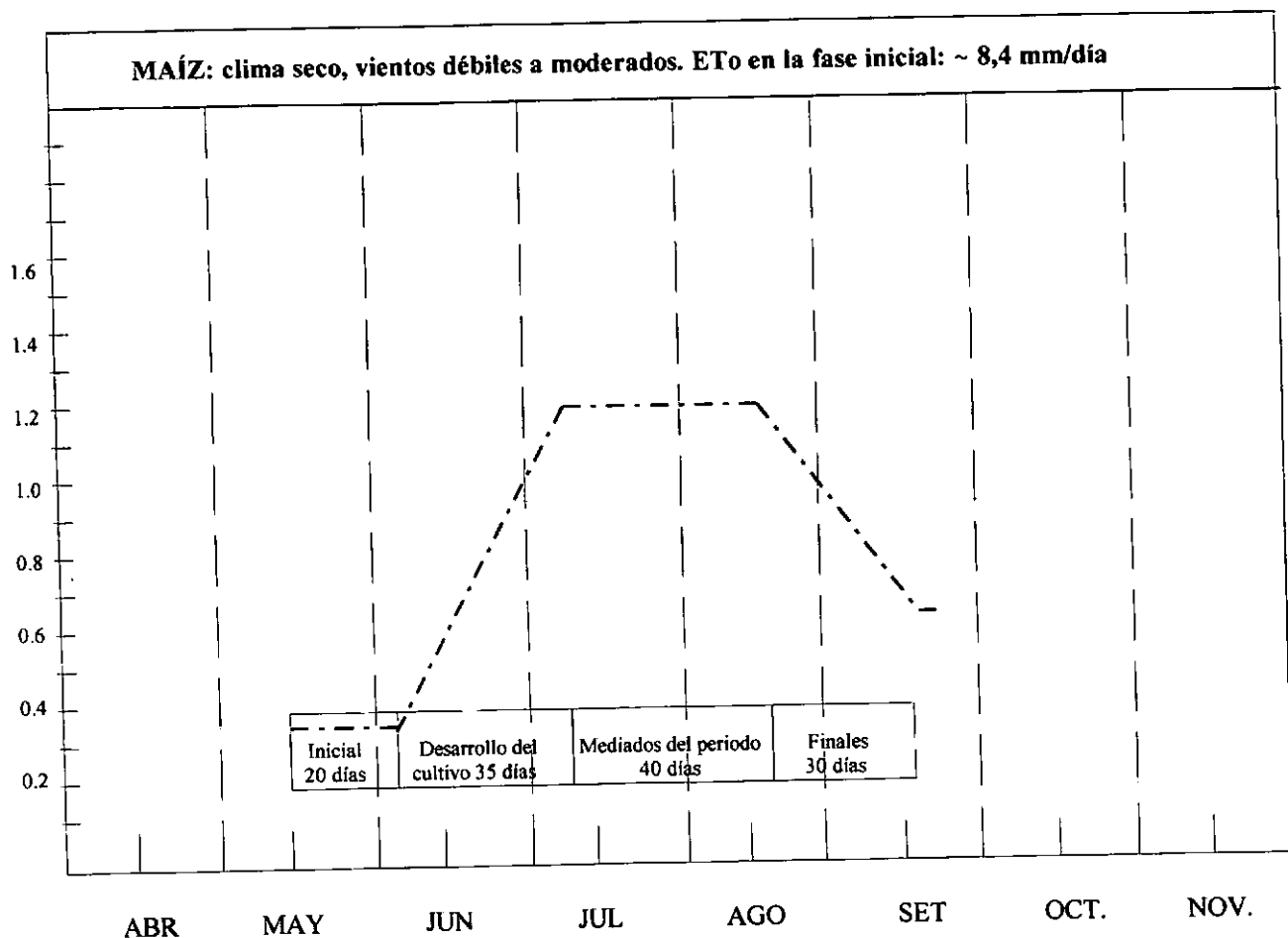
Kc medio en la fase inicial, en función del nivel medio de la ETo (durante la fase inicial y la frecuencia de riego o de unas lluvias apreciables)



Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

Ejemplo de curva del coeficiente del cultivo - en el caso del maíz -El Cairo

Figura n° 3



Fuente: Las Necesidades de agua de los cultivos - Estudio FAO Riego y Drenaje.

CALENDARIO DE SIEMBRA

CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
REMOLACHA				***	***	***	***	***	***	***	***	***
ZANAHORIA				***	***	***	***	***	***	***	***	***
APIO				***	***	***	***	***	***	***	***	***
CRUCIFERAS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
Coles, coliflores, brócolis				***	***	***	***	***	***	***	***	***
PEPINO				***	***	***	***	***	***	***	***	***
BERENGENA				***	***	***	***	***	***	***	***	***
LENTEJAS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
LECHUGA				***	***	***	***	***	***	***	***	***
CEBOLLAS SECAS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
CEBOLLAS VERDES				***	***	***	***	***	***	***	***	***
ARVEJAS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
PAPAS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
RÁBANOS				***	***	***	***	***	***	***	***	***
ESPINACA				***	***	***	***	***	***	***	***	***
TOMATE				***	***	***	***	***	***	***	***	***

Continuación		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CULTIVOS										*****	*****	*****	
MAÍZ EN DULCE										*****	90 días	*****	*****
MAÍZ EN GRANO									*****	*****	140 días	*****	*****
MELONES								*****	*****	*****	160 días	*****	*****
CALABAZAS										**	*****	95 días	*****

Fuente: Informaciones de los pobladores del lugar

2.0 Anteproyecto Micro

En esta parte del informe se desarrollarán los correspondientes “anteproyectos Micro”, es decir de escala local o dotados de acuerdo a las posibilidades y falencias de las distintas localidades beneficiadas.

Ordenadas por departamentos estas son:

El Quebracho	Ramón Lista
El Potrerito	Bermejo
Esterito	Laishí
San Jacinto	Pirané
Laguna Murúa	Pirané

El hecho de haber seleccionado localidades en distintas zonas de la provincia no es casual, sino que responde a la intención de verificar el desarrollo de un proyecto de riego asistido en distintas condiciones climáticas y con distintos tipos de poblaciones.

EL QUEBRACHO