



PROYECTO DESARROLLO AGROPECUARIO

VALLEGRANDE - BOL 86/011

SANTA CRUZ - BOLIVIA

**BALANCE HIDRICO
Y NECESIDADES
DE AGUA**

**PARA LOS CULTIVOS MAS
IMPORTANTES**

**EN LA CUENCA DEL
RIO CIENEGA**

- **CORDECruz**
- **PNUD**
- **FAO**

1989

Vallegrande, Septiembre

**BALANCE HIDRICO Y NECESIDADES DE AGUA PARA LOS CULTIVOS MAS
IMPORTANTES EN LA CUENCA DEL RIO LA CIENEGA
VALLEGRANDE, SANTA CRUZ, BOLIVIA**

Preparado por el
Ing. Hermógenes Espinoza M.
Experto en Riegos

PROYECTO BOL/86/011

CORPORACION REGIONAL DE DESARROLLO DE SANTA CRUZ
CORDECRUZ

PROGRAMA DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
PNUD

ORGANIZACION DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
FAO

Vallegrande, Septiembre de 1.989

CONTENIDO

1.	Introducción	4
2.	Cuenca del río Cienega	4
2.1.	Características Generales	4
2.2.	Fisiografía	5
2.3.	Geología	6
2.4.	Suelos	6
2.5.	Clima	8
2.6.	Vegetación	9
3.	Balance Hídrico	10
3.1.	Balance Hídrico Subregión de Vallegrande	11
3.2.	Balance Hídrico Subregión del Trigal	14
4.	Necesidades de agua para los cultivos	16
4.1.	Necesidades de agua para los cultivos de la subregión de Vallegrande	16
4.2.	Necesidades de agua para los cultivos de la subregión del Trigal	18
5.	Conclusiones	20
6.	Recomendaciones	22
7.	Bibliografía	24

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1	Información Climatológica- Observatorio Vallegrande.
CUADRO 2	Evapotranspiración potencial para la subregión de Vallegrande.
CUADRO 3	Balance Hídrico para la subregión de Vallegrande.
CUADRO 4	Información Climatológica para la subregión del Trigal.
CUADRO 5	Evapotranspiración potencial para la subregión del Trigal.
CUADRO 6	Balance Hídrico, para la subregión del Trigal.
CUADRO 7	Coefficientes de cultivo (Kc) para la siembra del año - subregión Vallegrande.
CUADRO 8	Coefficientes de cultivo (Kc) para la siembra de invierno - subregión Vallegrande.
CUADRO 9	Necesidades de agua para los cultivos de la subregión de Vallegrande.
CUADRO 10	Coefficientes de cultivo (Kc) para la siembra de año - subregión Trigal.
CUADRO 11	Coefficientes de cultivo (Kc), para la siembra de invierno - subregión Trigal.
CUADRO 12	Necesidades de agua para los cultivos de la subregión Trigal.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Balance Hídrico - subregión Vallegrande.
- FIGURA 2 Balance Hídrico - subregión Trígal.
- FIGURA 3 Periodos de siembra y cosecha de los cultivos subregión Vallegrande.
- FIGURA 4 Periodos de siembra y cosecha de los cultivos - subregión Trígal.

LISTA DE MAPAS

- MAPA 1 Cuenca hidrográfica del río Ciénega.

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 - A	Mapa base de la provincia de Vallegrande
MAPA 2 - A	Cuenca hidrográfica del río Ciénega

INTRODUCCION

En el desarrollo de las plantas, interviene una serie de factores, de los que podemos señalar como los más importantes el clima, suelo y agua. Este último elemento queda retenido en el suelo en una cierta proporción, que dependiendo de las características físicas y profundidad de los suelos, es aprovechada por las plantas para su desarrollo. De allí la importancia del conocimiento de las condiciones de humedad en la cuenca durante un año hidrológico.

En una agricultura practicada en condiciones de secano y/o con aplicaciones de riego suplementario en la época lluviosa, es necesario hacer un análisis de la cuenca en su conjunto, con el propósito de plantear las recomendaciones mas apropiadas para los cultivos de la zona y las épocas de siembra.

El presente estudio, fue realizado en base a los siguientes objetivos:

- Análisis del Balance Hídrico de la cuenca del rio Cienega, referido a la práctica de cultivos.
- Determinación de las necesidades se agua para los cultivos más importantes de la zona.

2 CUENCA DEL RIO CIENEGA

2.1 Características Generales

La cuenca del rio Cienega con una superficie de 619 Km², se halla disectada por pequeños rios y quebradas y formado por valles: Vallegrande, Muyurina, Tucumancillo, Trigal, Pampa Redonda, San Juan del Chaco, La Aguada, El Bañado, Murillo, etc., con laderas moderadas y terrazas de origen aluvial.

La dirección del curso principal del río es de Sud a Norte; formando numerosos meandros que determinan variaciones de dirección. Las nacientes del río se encuentran en las alturas de Lagunillas y Palo Chacra a la elevación de 2.400 metros sobre el nivel del mar.

Ubicación

El área de estudio geográficamente se halla ubicada en las siguientes coordenadas:

Latitud Sud	18° 10' 50" a 18° 33' 04"
Longitud Oeste	64° 02' 23" a 64° 18' 14"

Correspondiendo a las hojas 6739 II, 6738 IV, 6738 I, 6738 II, de la cartografía del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.), a escala 1: 50.000.

2.2 Fisiografía

El área de estudio, pertenece a la gran unidad fisiográfica denominada Región Montañosa del Subandino, que corresponde a las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, está constituida principalmente por serranías y valles sinclinales.

Según el Centro de Investigación de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra (CUMAT), se distinguen dos grandes unidades fisiográficas; serranía y valles.

a) Las serranías se dividen en:

- Serranías fuertemente disectadas, con un subpaisaje que encierra diversas unidades fisiográficas menores que se

caracterizan por la forma de las cimas, clase de drenaje, amplitud y relieve.

- Serranías moderadamente disectadas, con un subpaisaje, otras unidades fisiográficas menores.

b) Valles, conformado por valles ondulados más o menos amplios, con topografía ligeramente ondulada, donde intercalan planicies, colinas suaves, laderas suaves, terrazas, etc. Aparentemente es de origen estructural correspondiente a un sinclinal, remodelado por procesos de erosión y sedimentación posterior.

2.3 Geología

La cuenca del río Cienega, esta ubicada en la unidad morfoestructural Faja Subandina, caracterizada por sus plegamientos y constituye el extremo oriental de la Cordillera de los Andes.

Se halla formada por serranías angostas, disectadas por numerosos ríos. Su estratigrafía corresponde a rocas sedimentarias, la litología de las mismas es variada predominando las rocas areniscas, lutitas arcillosas y limolitas. Los sedimentos del terciario se presentan en las bajadas y algunas terrazas, en cambio el cuaternario ocupa integralmente el fondo de los valles.

2.4 Suelos

Los suelos del área de estudio según el Centro de Investigación de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra (CUMAT), se agrupan en dos grandes grupos, basados en las grandes diferencias fisiográficas que a su vez controlan una

serie de factores pedogenéticos, que describimos a continuación:

a) Suelos de las serranías y colinas altas

Los suelos de este paisaje, son muy variables no solo en las génesis de los mismos, sino en su material de origen y su posterior deterioro como efecto de la fuerte erosión hídrica a que están sujetos, por las pendientes pronunciadas que se presentan. Son superficiales en las cimas y laderas, moderadamente profundos al pie de las serranías o laderas suaves, y las texturas, están en función de la naturaleza de la roca madre.

Cuando estos suelos no han sufrido una erosión nueva, los perfiles se presentan bien desarrollados con horizontes A, B y C definidos; bien estructurados e indicios claros de procesos de eluviación e iluviación; según la clasificación Americana de Soil Taxonomy se clasifican como alfisoles con el gran grupo de paleustalfs y/o haplustalfs, pero en todos aquellos suelos que han sufrido erosión reciente, los horizontes superficiales fueron lavados quedando los perfiles truncados, entonces se nota la presencia de inceptisoles (ustochrepts) o entisoles (orthents). Ocasionalmente al pie de las serranías pueden presentarse moltisoles.

Existe mucho afloramiento de la roca madre, químicamente son también variables, la reacción varía de ligeramente a fuertemente ácida, moderada a baja capacidad de intercambio catiónico, moderada a alta saturación de bases, la fertilidad natural es igualmente muy variable, pero en general son muy pobres en fósforo (P), bajos o moderados en potasio (K) y nitrógeno (N).

b) Suelos de los valles y terrazas

El valle del área de estudio, es un sinclinal, modificado por procesos de erosión y sedimentación, de modo que el material madre del que se originan los suelos son sedimentos coluvio - aluviales y aluviales, los primeros se sitúan al pie de las serranías y colinas, los segundos en las partes planas del valle; ambos se originan en la zona montañosa, de donde fueron acarreados por el agua.

Los suelos en general son profundos y/o muy profundos, con desarrollo moderado del perfil, especialmente en las partes planas, presentan horizontes A, B y C definidos, consecuentemente, corresponden al orden alfisoles y según la clasificación taxonómica del "Soil Taxonomy" (USDA) a haplustalfs.

Las texturas varían de livianas a medianas en las partes altas o próximas a los cerros y pesadas en las depresiones y partes planas; la estructura es moderada; drenaje moderado; reacción ligeramente ácida a fuertemente alcalina; moderada a baja capacidad de intercambio de cationes; alta saturación de bases; baja a moderada fertilidad natural.

En las terrazas y algunas colinas bajas también se presentan suelos poco desarrollados, truncados, que se clasifican como entisoles e inceptisoles.

2.5 Clima

El promedio anual de precipitación para la cuenca del río Cienega alcanza a 631,5 mm con el periodo lluvioso que se concentra en los meses de Diciembre a Febrero.

Con temperaturas frías en la época invernal, fuertes fríos del sud Este o Surasos, y presencia de heladas en los meses de mayo a julio. Las temperaturas extremas registradas de 31,1 °C y - 0,6 °C y la media de 16,8 °C. Analizando el valor del índice de Gasparin, la cuenca corresponde a clima seco, resultado obtenido con la precipitación y temperatura media anual.

2.6 Vegetación

La cuenca del río Cienega, presenta diferentes paisajes fisiográficos, las variaciones fisionómicas vegetacionales están acorde a esta variación. El bosque originario de la asociación climática abarca las siguientes especies vegetales, que con más frecuencia se presentan.

Nombre Común	Nombre Científico
Algarrobo	<i>Prosopis juliflora</i>
Ceibo	<i>Erythrina sp.</i>
Chacatea	<i>Dodonaea viscosa</i>
Chirimolle	<i>Zanthoxylum coca</i>
Gargatea	<i>Carica quericitifolia</i>
Jacarandá	<i>Jacarandá sp.</i>
Jarca	<i>Acacia visco</i>
Lanza Lanza	<i>Prosopis kuntzei</i>
Luyu Luyu	<i>Schinus polygamus</i>
Lloke	<i>Kangeneckia lanceolata</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Quiñe	<i>Acacia marchrantha</i>
Suncho	<i>Vigueira sp.</i>
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
Carahuata	<i>Bromelia serra</i>
Kayara	<i>Puya sp.</i>
Ulala	<i>Cereus sp.</i>

Sitiquirea	<i>Cleistocactus sp.</i>
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp.</i>
Satajchi	<i>Celtis tala</i>
Chucupe	<i>sp.</i>
Thankar	<i>sp.</i>
Yana Yana	<i>sp.</i>
Carapari	<i>sp.</i>
Khiska luru	<i>sp.</i>
Soto	<i>Schinopsis sp.</i>
Quina Quina	<i>Myroxilón sp.</i>
Sahuinto	<i>Aulomyrcia sp.</i>
Leche Leche	<i>Sapium sp.</i>
Maranhuay	<i>sp.</i>
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>
Chañar	<i>Geofrapea sp.</i>
Thula	<i>sp.</i>
Tajibo	<i>Tabebuia ipé</i>

3. BALANCE HIDRICO

Una cuenca superficial, recibe aportaciones (lluvia) y descarga un volumen de agua, además de que retiene una cantidad que es variable. Los elementos citados, deben equilibrarse a lo largo de una determinada unidad de tiempo y la expresión cuantitativa de este equilibrio constituye, lo que se llama Balance Hídrico.

Las entradas en la ecuación del Balance Hídrico, comprenden la precipitación (P), en forma de lluvia realmente recibida en la superficie del suelo y las aguas superficiales y subterráneas recibidas dentro de la cuenca. Las salidas incluyen la evaporación desde la superficie y salida de corrientes de agua superficial y subterránea desde la cuenca.

Cuando tiene lugar una precipitación, sucede lo siguiente:

- Una parte se evapora
- Otra parte es aprovechada por la vegetación
- Otra parte es interceptada por la vegetación
- Otra parte escurre por la superficie
- Otra parte se infiltra en el subsuelo

No trataremos con detalle cada uno de los elementos del Balance Hídrico, limitandonos al cálculo de la evapotranspiración, lo que permitirá establecer para un determinado periodo las deficiencias o de los sobrantes de agua.

Para este análisis, se consideró la diferencia existente en altitud de las zonas de Trigal (1.500 m.s.n.m.) y de Vallegrande (2.030 m.s.n.m.), lo que determina en cierto modo la existencia de una diferencia climática, y que permite para los propósitos de este estudio clasificarlos como dos subregiones (Mapa 1.)

3.1 Balance Hídrico Subregión de Vallegrande

El análisis de la ETP para esta subregión, se basó en la información proporcionada por el observatorio existente en la localidad de Vallegrande, cuyo resumen de los registros se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1.

Latitud Sur 18° 29'
 Longitud Oeste 64° 06'

Información Climatológica - Observatorio Vallegrande

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mm	142,9	122,2	71,0	42,6	16,5	13,3	10,6	12,5	21,8	38,9	61,4	99,9	653,6
Precipitación con- fiable al 75%	95,0	79,1	39,7	17,8	-	-	-	-	-	14,9	32,3	61,9	-
Temperatura °C	18,7	18,5	17,9	16,4	15,6	14,2	14,1	14,8	16,8	17,2	18,4	18,9	16,6
Humedad relativa %	72	73	73	74	73	74	71	67	65	66	67	70	-
Velocidad del viento	10,1	9,4	9,9	10,9	10,1	10,4	11,4	11,7	13,0	12,2	11,0	11,8	-
Radiación Extraterreste (mm evap.)	17,27	16,63	15,25	13,26	11,38	10,42	10,82	12,43	14,48	16,17	17,12	17,42	-

La evapotranspiración potencial, fue calculada por el método de Hargreaves, con la siguiente ecuación:

$$ETP = 0,385 R_t * C_t * C_h * C_v * C_E$$

Donde: R_t = Radiación extraterrestre
 C_t = Coeficiente de temperatura (°C)
 C_h = Coeficiente de humedad relativa (%)
 C_v = Coeficiente de velocidad del viento (nudos)
 C_E = Coeficiente de elevación en (m.s.n.m.)

Los resultados, se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2

ETP para la Subregión de Vallegrande (mm)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
130,2	106,2	107,3	85,9	70,8	57,3	67,5	87,4	121,6	136,5	138,9	149,2	1258,8

Para el análisis del Balance Hídrico para la subregión de Vallegrande, debido a la falta de información sobre las características físicas de los suelos, que permita establecer con seguridad la capacidad de retención de humedad por diferentes profundidades del perfil del suelo, se asumió el valor de 100 mm hasta una profundidad de 60 cm. En el cuadro 3. se presenta la metodología adoptada para el análisis del Balance Hídrico para un año característico.

Cuadro 3.

Balance Hídrico, para la subregión de Vallegrande

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
ETP (mm)	136,5	138,9	149,2	130,2	106,2	107,3	85,9	70,8	57,3	67,5	87,4	121,6
p (mm)	38,9	61,4	99,9	142,9	122,2	71,0	42,6	16,5	13,3	10,6	12,5	21,8
d (mm)	--	--	--	12,7	28,7				--	--	--	--
Déficit (mm)	97,6	77,5	49,3			7,6	43,3	54,3	44,0	56,9	74,9	99,8
Exceso (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Los resultados del cuadro 3. en forma gráfica se muestran en la Figura 1.

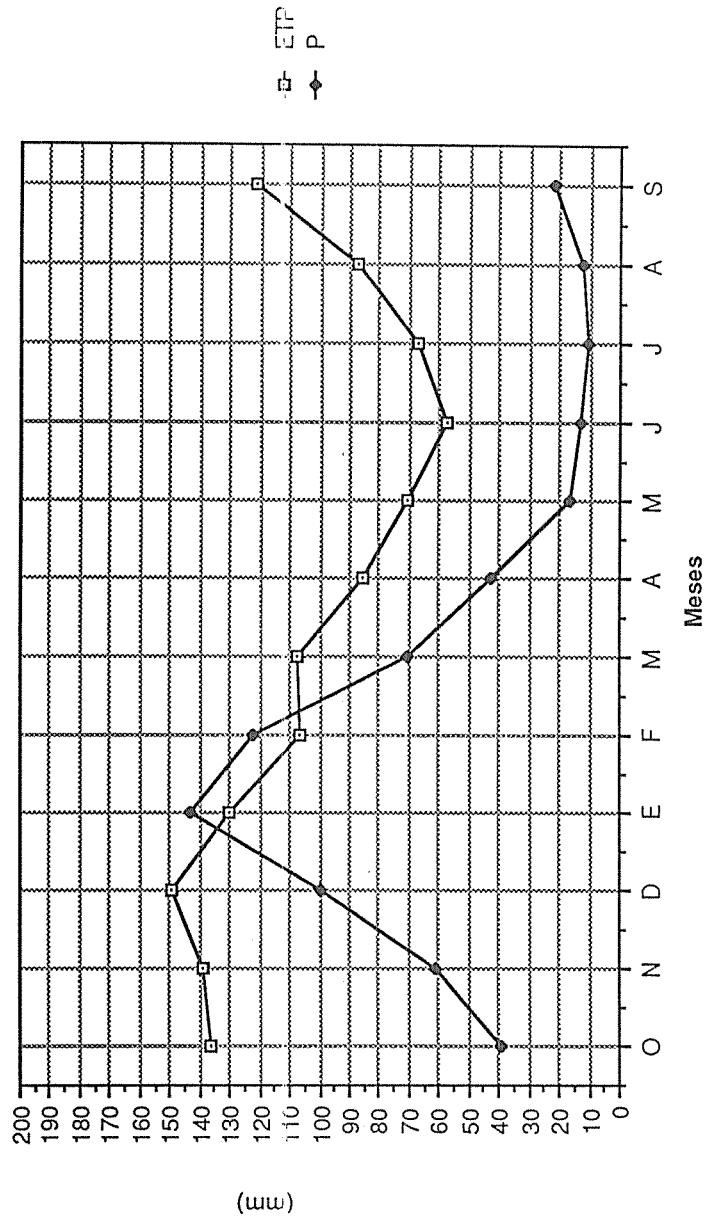


Figura 1.- Balance Hídrico, para la subregión de Vallegrande

3.2 Balance Hídrico Sub región de El Trigal

En el análisis de la evapotranspiración potencial (ETP) para la subregión del Trigal, la información climática utilizada, fué el siguiente:

- Precipitación media mensual de la estación pluviométrica de la localidad del Trigal.
- La temperatura y humedad Relativa y Velocidad del viento, media mensual utilizada, fue de la estación meteorológica de la localidad de Mairana, que se encuentra aproximadamente a 29 Km. y una diferencia en altura de 200 m.

Este informe es a nivel preliminar y trata de analizar las condiciones de evapotranspiración para esta subregión. El régimen de la información climatológica utilizada se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4

Información climatológica para la subregión del Trigal

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mm.	90.7	76.1	69.0	53.0	26.2	22.9	12.3	17.6	21.1	39.2	58.9	91.1	578.5
Precipitación confiable al 7 % pb.	54.8	43.6	38.1	26.1	5.2	2.6	-	-	1.2	15.2	30.3	55.1	55.1
Temperatura	22.7	22.4	22.3	20.9	19.4	18.0	17.8	18.8	20.5	21.7	22.4	22.4	22.7
Humedad relativa %	70.2	71.1	71.4	72.0	71.1	68.9	65.3	61.3	60.0	61.1	63.7	63.7	67.6
Velocidad del viento Km/h.	7.1	7.1	7.4	7.6	8.8	10.1	10.6	10.6	11.1	9.8	8.7	8.7	8.2
Radiación extraterrestre	17.26	16.63	15.27	13.29	11.42	10.46	10.86	12.46	14.50	16.18	17.12	17.12	17.40

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, el método utilizado fué el de Hargreaves, con la ecuación presentada anteriormente, los resultados, se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5

ETP Para la subregión del Trigal (mm.)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
131.2	111.1	114.0	90.4	81.3	74.4	85.2	108.4	138.3	155.5	149.7	1386.4

El Balance hídrico para la subregión del Trigal fue calculado con los resultados obtenidos en el cuadro 5. De igual modo, por la falta de información sobre las características físicas de los suelos, se adoptó el valor de 100 mm. como límite de la capacidad de retención de humedad de los suelos hasta una profundidad de 60 cm., que es el almacenamiento que las plantas pueden aprovechar durante su ciclo vegetativo.

En el cuadro 6 se presenta la metodología adoptada para el análisis del Balance Hídrico para un año característico.

Cuadro 6

Balance Hídrico, para la subregión del Trigal

Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
ETP (mm)	155.5	149.7	146.9	131.2	111.1	114.0	90.4	81.3	74.4	85.2	108.4	138.3
P(mm)	39.2	58.9	91.1	90.7	76.1	69.0	53.4	26.2	22.9	12.3	17.6	21.1
d(mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Déficit	116.3	90.8	55.8	40.5	35.0	45.0	37.0	55.1	51.5	72.9	90.8	117.2
Exceso (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los resultados del cuadro 6 en forma gráfica, se muestran en la figura 2.

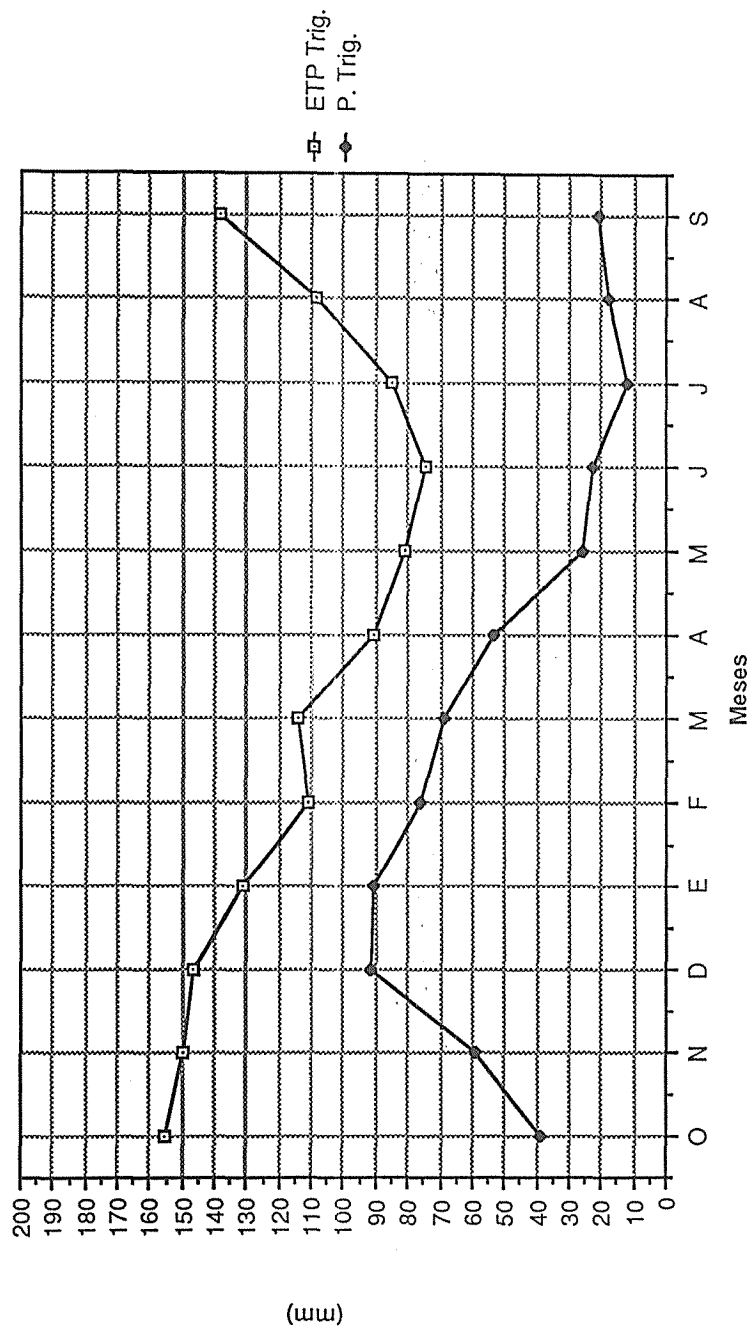


Figura 2.- Balance Hídrico, para la sub región de El Trigal

4. NECESIDADES DE AGUA PARA LOS CULTIVOS

Los cultivos requieren del agua retenida en el suelo para sus diferentes procesos fisiológicos y biológicos, y ésta necesidad se incrementa, conforme se desarrolla la planta, de ahí que el conocimiento de este factor de crecimiento es importante desde el punto de vista de la planificación de cultivos y la obtención de buenas cosechas.

La estimación de las necesidades de agua para los diferentes cultivos tradicionales de la región, se analizó en forma separada para cada subregión anteriormente establecida.

4.1 Necesidades de agua para los cultivos de la subregión de Vallegrande.

Para estimar las necesidades de agua, para los diferentes cultivos de la subregión de Vallegrande, se tomó en cuenta los periodos de siembra y de cosecha tradicionales (figura 3).

Los coeficientes de cultivo (Kc), utilizados para la estimación de las necesidades de agua en la subregión de Vallegrande, considerando las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, fueron los que se muestran en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7

Coeficientes de cultivo (Kc) para siembra de año
Sub región de Vallegrande

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maíz	0.85	0.46								0.36	0.84	1.0
Trigo-Avena												
Cebada	0.15	0.33	0.52	0.77	0.70	0.60						
Frutas	0.74	0.64	0.35					0.27	0.48	0.63	0.73	0.75

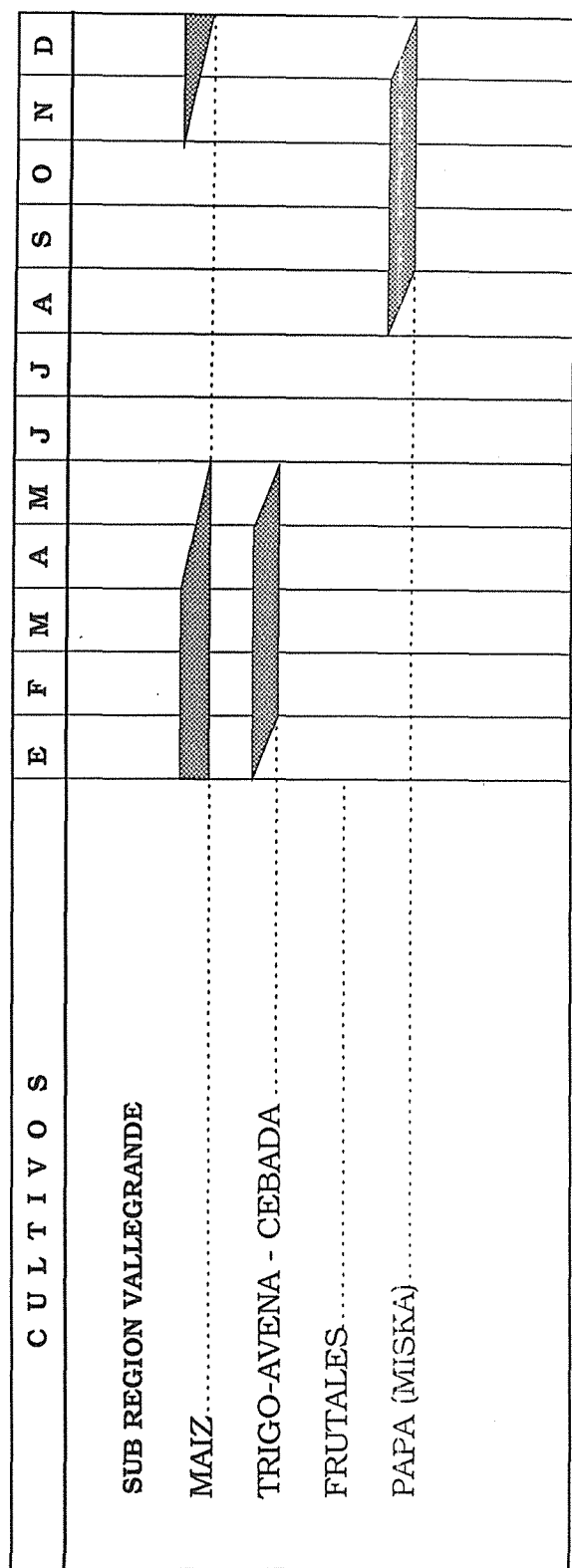


Figura 3.- Periodos de siembra y cosecha de cultivos - Sub región Vallegrande

Cuadro 8

Coeficiente de cultivo (Kc) para siembra de invierno
Sub región de Vallegrande

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Papa									0.36	0.84	0.99	0.85

Con los coeficientes de cultivo (Kc) de las cuadros 7 y 8 se calculan los valores de la evapotranspiración actual para los diferentes cultivos, y las necesidades de agua, como se puede ver en el cuadro 9.

Cuadro 9

Necesidades de agua para los cultivos
de la subregión de Vallegrande (mm)

Cultivo: Maíz

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc		0.85	0.46						0.36	0.84	1.0	
ETA		110.7	48.8						49.1	116.7	149.2	
NA		55.9	5.2						33.9	86.4	94.1	

Cultivo: Trigo-Avena-Cebada

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	0.15	0.33	0.52	0.77	0.70	0.60						
ETA	19.5	35.0	55.8	66.1	49.6	34.4						
NA	-	-	17.7	40.0	44.4	31.8						

Cultivos: Frutales

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	0.74	0.64	0.35					0.27	0.48	0.63	0.73	0.75
ETA	96.3	68.0	37.5					23.6	58.4	86.0	101.4	111.9
NA	41.5	24.4	-	-	-	-	-	23.6	57.2	70.8	71.1	56.8

Cultivos: Papa (siembra de invierno-Miska)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc								0.36	0.84	0.99	0.85	
ETA								31.5	102.1	135.1	118.1	
NA								31.5	102.1	120.2	85.8	

4.2 Necesidades de agua para los cultivos de la subregión del Trigal

Para estimar las necesidades de agua, para los diferentes cultivos de la subregión del Trigal, se tomó en cuenta los periodos de siembra y de cosechas tradicionales (Figura 4).

Los coeficientes de cultivo (Kc), utilizados para la estimación de las necesidades de agua en la subregión del Trigal, considerando las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, fueron los que se muestran en los cuadro 10 y 11.

Cuadro 10

Coeficientes de cultivo (Kc) para siembra de año
Subregión Trigal

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maíz	1.0	0.85	0.46								0.36	0.84
Papa	0.99	0.60									0.50	0.92
Tomate	0.97	0.99	0.60								0.20	0.64
Pimenton	0.99	0.91	0.46								0.36	0.75
Maní	1.00	0.85	0.60	0.28							0.20	0.84
Sorgo	0.65	0.88	0.70	0.60							0.15	0.40
Frutales	0.74	0.64	0.35					0.27	0.48	0.63	0.73	0.75

Cuadro 11

Coeficientes de cultivo (Kc) para siembra de invierno
Subregión Trigal

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Papa						0.36	0.75	0.99	0.91	0.60		
Tomate						0.20	0.64	0.97	0.99	0.60		

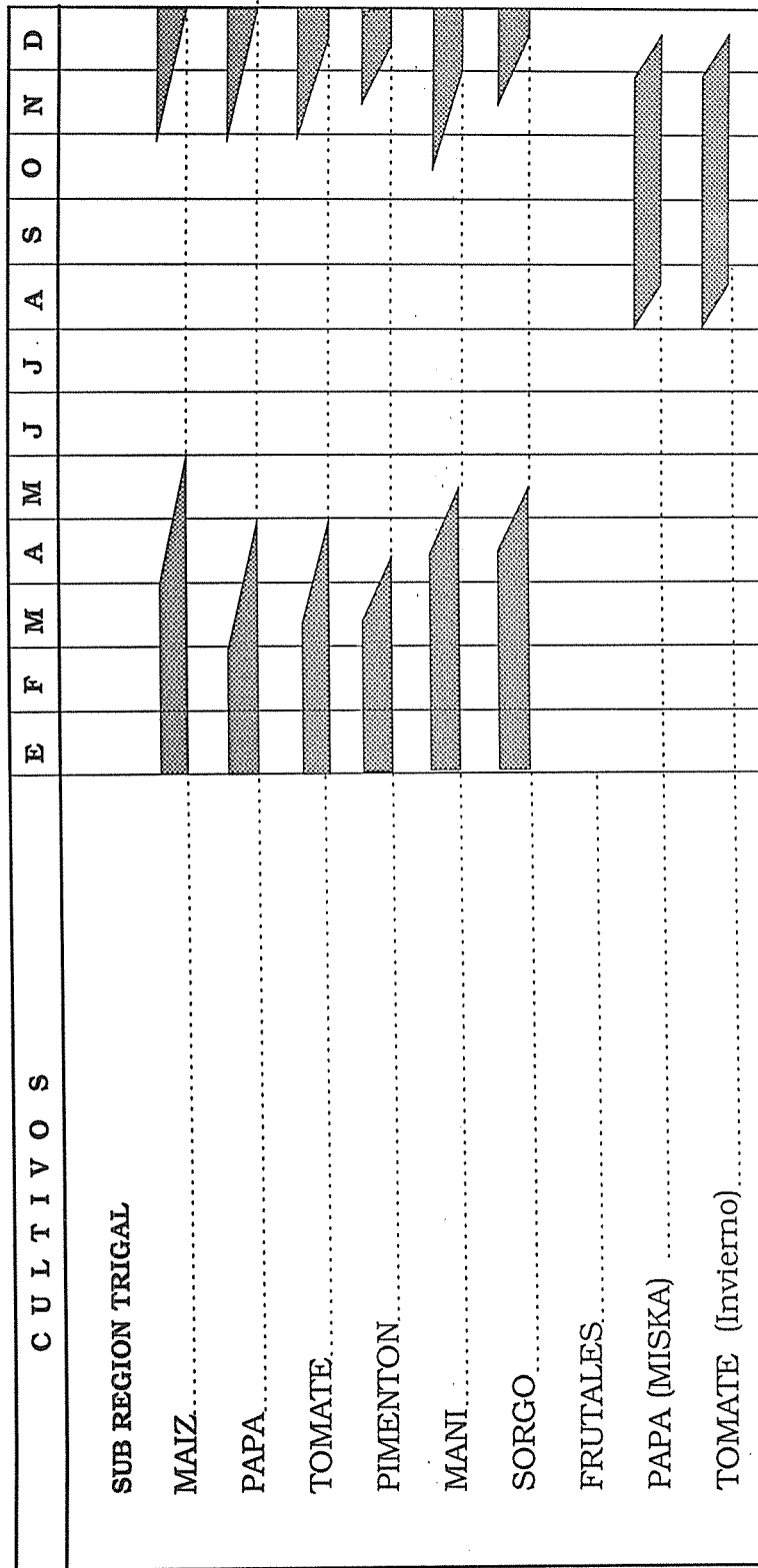


Figura 4.- Periodos de siembra y cosecha de cultivos - Sub región Triguera

Cultivo: Sorgo

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	0.65	0.88	0.70	0.60	-	-	-	-	-	-	0.15	0.40
ETA	85.3	97.8	79.8	54.2	-	-	-	-	-	-	22.4	58.8
NA	30.5	54.2	41.7	28.1	-	-	-	-	-	-	-	3.7

Cultivo: Frutales

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	0.74	0.64	0.35	-	-	-	-0.27	0.48	0.63	0.73	0.75	
ETA	97.1	71.1	39.9	-	-	-	-29.3	66.4	98.0	100.3	110.2	
NA	42.3	27.5	1.8	-	-	-	-29.3	65.2	82.8	70.0	55.1	

Cultivo: Papa (siembra de invierno - MISKA)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	-	-	-	-	-	-0.36	0.75	0.99	0.91	0.60		
ETA	-	-	-	-	-	-30.7	81.3	136.9	141.5	89.8		
NA	-	-	-	-	-	-30.7	81.3	135.7	126.3	59.5		

Cultivo: Tomate (Siembra de invierno)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc	-	-	-	-	-	-0.20	0.64	0.97	0.99	0.60		
ETA	-	-	-	-	-	-17.0	69.4	134.1	153.9	89.8		
NA	-	-	-	-	-	-17.0	69.4	132.9	138.7	59.5		

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo se ha realizado a nivel preliminar por que la información básica no permite realizar estudios con mayor profundidad y detalle; sin embargo, de los resultados obtenidos, se pueden sacar las siguientes conclusiones.

- a) El balance hídrico para la subregión de Vallegrande, nos muestra que existe un déficit durante todo el año y solamente se puede contar con algún almacenamiento en el perfil del suelo en los meses de Enero y Febrero, sin alcanzar el límite de la capacidad de retención de humedad siendo necesario la práctica de riego de auxilio en la época lluviosa.

- b)** Para la subregión de Vallegrande la precipitación confiable al 75 por ciento de probabilidad no es significativo durante los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. Para la subregión del Trigal ésta situación, se presenta en los meses de Julio y Agosto.
- c)** Con la metodología calculada la necesidad de agua para todos los cultivos de la subregión de Vallegrande y la subregión del Trigal, muestra un déficit, casi durante todo el ciclo de desarrollo de las plantas; lo que podría manifestarse en un decremento en los rendimientos reales de los cultivos.
- d)** Del balance hídrico para la subregión, podemos concluir, que el déficit de humedad para los cultivos es durante todo el año, y que la escasa precipitación registrada no llega a almacenar agua en el perfil del suelo en las proporciones adecuadas; por lo tanto es necesaria la provisión del agua a través del riego, y ésta práctica es posible solamente en la época lluviosa.

RECOMENDACIONES

Las conclusiones del presente estudio, nos permite plantear las siguientes sugerencias:

- a) Se reitera, la necesidad de la instalación de estaciones climatológicas en la subregión, con el propósito de contar con la información más confiable que permita realizar una planificación agropecuaria más ajustada a las condiciones climáticas de la región.
- b) En los programas de pequeña irrigación para la región, se plantea la necesidad de realizar estudios edafológicos completos, donde se analicen los aspectos químicos y físicos; siendo este último el más importante porque facilita el conocimiento de la capacidad de retención de la humedad en el perfil del suelo, permite estimar las frecuencias de riego y el manejo de caudales adecuados a nivel de parcelas.
- c) Con el propósito de compensar el déficit hídrico de la región, se hace necesario la continuidad en la construcción de pequeños atajados, para almacenar agua en la época lluviosa y pueda ser utilizada en microriego y abrevadero.

BIBLIOGRAFIA

1. Unzueta Q. Orlando, 1975. Mapa ecológico de Bolivia
MACA. La Paz - Bolivia.

2. _____ 1980, Compendio de datos
meteorológicos del Dpto. de Santa
Cruz. CORDECRUZ - BOLIVIA.

3. Stolz. Rainer, 1976, Especies arbóreas de Bolivia.
Misión Forestal. Alemana - Bolivia

4. Lara. Raul, 1988, Manual de Dendrología
Boliviana. CUMAT - COTESU. La Paz-
Bolivia.

5. Heras. Rafael, 1981, Manual de Ingeniería de
Regadíos. Tomo I, II, Instituto de
Hidrología. Madrid- España.

6. _____ 1986, Estudio de la Capacidad de Uso
mayor de la Tierra. - Vallegrande,
Departamento de Santa Cruz- Bolivia.

7. _____, 1978, Estudio Geológico - Minero. Levantamiento integrado de los recursos naturales de los Valles Mesotérmicos. Programa de Recursos Naturales- CORDECRUZ- Bolivia.

8. _____, 1981, Estudio Detallado de Suelos. Proyecto "Casas Viejas". Centro de Estudios Integrados para el Desarrollo.