

# EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL DA CULTURA DE MILHO NAS CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO TRADICIONAL NO VALE DE PUNATA (BOLÍVIA)<sup>1</sup>

Aquiles ARCE<sup>2</sup>, Zulema GUTIERREZ<sup>3</sup>, Carlos RODRÍGUES<sup>4</sup>

**RESUMO:** Nesta pesquisa realizou-se monitoramento do manejo da água em parcelas com cultura de milho, com objetivo de determinar a evapotranspiração real **ETR** nas condições de irrigação tradicional, numa região semi-árido de Cochabamba-Bolivia. Evidenciou-se que a ETR e outros parâmetros de balanço hídrico são influenciadas não somente pelos fatores técnicos como: solo, clima, métodos e parâmetros de irrigação e outros, mas também os fatores socio-culturais influenciaram na operação do sistema, conseqüentemente no regime hídrico das culturas de milho.

**PALAVRAS CHAVES:** Balanço hídrico, evapotranspiração, monitoramento.

**ABSTRACT:** In this research the manage of water in cultivates of corn was performed, to determine the actual evapotranspiration **ETR** in conditions of traditional irrigation, in a arid region of the Cochabamba - Bolivian. It was noted that **ETR** and other hydric balance parameters are influenced not only by technical factors as soil, climate, irrigation methods and others but also by social and cultural facts that influenced the operation of the system, consequently the balance of water of corn cultivates.

**KEYWORDS:** Water balance, evapotranspiration, monitoring

**INTRODUÇÃO:** O déficit da água se apresenta em distintas zonas agrarias da Bolívia, o Vale Alto de Cochabamba (Punata) é uma delas, caracterizada por ter clima temperado e semi-árido. Os agricultores do vale de Punata tem tradição na irrigação. As organizações sociais em torno às fontes de água respondem as condições do sistema de irrigação, na sua historia foi influenciada pelo desenvolvimento da irrigação. A atividade agrícola parcelada em solos franco-argiloso-limosos é intensa. O milho é cultivado tradicionalmente pôr ter vantagens financeiras e nutricionais. Estes fatos motivou, com o enfoque sócio-cultural e agroecológico, avaliar a evapotranspiração real na cultura de milho " **In Situ**", nas condições de irrigação tradicional. Onde, nas épocas secas a planta é exposta ao déficit hídrico de solo; as características hidroedafológicas favorecem ao armazenamento de grandes quantidades de água; se aplicam vazões de água desde 5 até mais de 100 l/s em parcelas de 500 a 2500 m<sup>2</sup>; não existem liberações fixas nem controle de lâminas de água e em épocas de chuva se apresenta escoamentos superficiais passando para parcelas vizinhas.

1 Parte da pesquisa baseada no monitoramento da irrigação tradicional em Punata pelo PROYECTO DE RIEGO INTER-VALLES (PRIV), Cochabamba, Bolívia. 1994.

2 Mestrando do Curso de Pós Graduação em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará UFC. Campus do Pici, Bloco 713, CEP: 60451-970, Fortaleza - CE, Cx. P. 6018, Fone (085)2889623, Fax (085) 2889627.

3 Mestre em Irrigação e Drenagem, UMSS, Fac. de Agronomia, Cochabamba- Bolívia, Av. Petroleros s/n.

4 Eng.º Especialista em Irrigação e Drenagem, Setria de Agricultura, PRONAR, La Paz- Bolívia Cx. P. 8409

**MATERIAIS E MÉTODOS.** Foi escolhida três parcelas, segundo: a disponibilidade de água, distancia à fonte de água e predisposição do agricultor a monitorar. A determinação da evapotranspiração foi determinada em três setores por parcela, aplicou-se a seguinte equação de balanço hídrico:

$$ETR = \int (P + R - Q_s \pm Dz - \Delta H) dt \quad (1)$$

Onde: **ETR** = Evapotranspiração real em mm; **P** = Precipitação em mm; **R** = Irrigação em mm; **Q<sub>s</sub>** = Escoamento superficial em mm ; **Dz** = Drenagem profunda em mm e  $\Delta H = H_f - H_i$  = Diferencia de umidade final e inicial em mm.

As precipitações foram medidas na estação hidrometeorologica da zona, a prática de irrigação tradicionalmente é pelo método de inundação não controlada, cuja quantidade de água irrigada e o escoamento superficial determinou-se com a ajuda de um aferidor RBC de 25 l/s. A drenagem profunda foi determinada pelo principio de Darcy, monitorando o potencial hídrico com ajuda de uma bateria de tensiômetros, As variações de umidade determinou-se gravimetricamente e com blocos de resistência até 120 cm de profundidade do solo. Utilizou-se os seguintes métodos indiretos que calculam a evapotranspiração potencial: Penman e Evaporímetro classe A (Doorembos, 1980), e de Hargreaves (Hargreaves, 1991).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Evapotranspiração real **ETR**, deu-se num período de 167 dias. Na tabela 1, mostra-se o resumo da **ETR**, observa-se que a **ETR** teve intermitência intraparcelsada e entre parcelas. A variação da **ETR** na cabeceira, meio e pé das parcelas, se deve pela variação do clima, do solo, do tamanho das parcelas, das características ambientais, variação microtopográfica da parcela, irrigação e as práticas agrícolas; também indiretamente influenciou a organização social, porque direitos e critérios tradicionais deles determinam a operação do sistema e a condução física das parcelas cultivadas. Desta maneira os eventos como a irrigação e outros de caracter hidroedafologico tendem a ser aleatórios. Na tabela 2, observa-se que a ETR em média foi de 460 mm, este valor comparado com valores calculados pelos métodos indiretos o método de Hargreaves fornece valores consistentes (Tabela 3) em regiões semi-áridos (Hargreaves, 1991). Na mesma tabela, ao comparar a lâmina de água total (311 mm) que ingressa ao sistema radicular (irrigação mas chuva), com a lâmina de água que sai do sistema, a lâmina que desce por baixo de 1 m de profundidade é só 1 % do total aplicado, a água retida no perfil do solo até 1 m de profundidade é 14,4 % do total aplicado, o resto (84,6%) de água foi utilizado no processo de evapotranspiração da cultura de milho. A drenagem profunda e escoamento superficial é de 26,4 % do volume total aplicado (2935 m<sup>3</sup>/Ha). Estas numa dimensão do agroecosistema, não podem considerar-se como perdas porque: na prática são utilizadas pelas culturas adjacentes em caso do escoamento superficial e pelas culturas posteriores no caso de drenagem profunda.

**CONCLUSÕES:** Na cultura de milho, dá-se uma evapotranspiração de 460 mm (4600 m<sup>3</sup>/Ha/período), este volume é suficiente como requerimento para satisfazer as necessidades de água durante o ciclo de vegetação.

Recomenda-se que no contexto socio-cultural e agroecológico deve-se realizar este estudo nas principais culturas, não somente na zona, mas também em outras áreas irrigáveis, com o objetivo de conhecer a realidade para uma melhor gestão da água em bacias com sistemas

de irrigação, principalmente quando as organizações sociais (usuários) respondem às condições do sistema de irrigação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRUCO; PRATEC. **Agroecología y saber andino**. Cochabamba, Bolivia: 1990. p 15-17

DOOREMBOS, J. ; PRUIT, W. **Necesidade de agua para los Cultivos**. Roma: FAO. Riego y Drenaje N° 24 (Col.). 1980. p 5, 30-71.

GUTIERREZ, Z.. **Descripción y valoración del riego parcelario del Sistema Punata**. Cochabamba, Bolivia: **PRIV**. 1992. p 49.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI Z.A.. **Programación de Riego**. Logan, Utah: Centro Internacional de Riegos. 1991. p 12-23.

**TABELA N° 1 Evapotranspiração em mm durante o período de cultivo**

SETOR DA PARCELA	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3
Cabeceira	462,71	418,36	424,30
Meio	545,35	440,58	506,21
Pé	437,00	394,57	506,29
Média	481,68	417,83	478,93
Coefficiente de variação	11,75%	5,51%	9,88%

**TABELA N° 2 Resumo do balanço hídrico pôr meses.**

PARAMETROS	PARCEL	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	TOTAL
	A							
Precipitação (mm)	1	36,8	50,8	59,8	55,9	84,4	20,9	308,6
	2	36,8	50,8	59,8	61,6	78,7	24,0	311,7
	3	36,8	50,8	59,8	55,9	84,4	24,0	311,7
	Média	36,8	50,8	59,8	57,8	82,5	23,3	310,7
Irrigação (mm)	1	0,0	94,1	38,4	17,2	60,7	65,1	275,5
	2	0,0	0,0	87,5	64,7	51,6	0,0	203,8
	3	0,0	0,0	0,0	108,5	40,2	68,5	217,2
	Média	0,0	31,4	42,0	63,5	50,8	44,5	232,2
Drenagem profunda (mm)	1	-0,1E-5	6,3E-4	0,34	0,26	0,75	0,86	2,20
	2	-1,5E-5	8,0E-6	2,9E-6	2,2E-3	9,44	4,01	13,45
	3	-2,8E-6	-2,2E-5	-1,4E-5	7,9E-5	4,5E-5	1,6E-4	2,5E-4
	Média	-9,6E-6	2,1E-4	0,11	0,09	3,39	1,62	5,22
Armazenamento no solo (mm)	1	-10,6	81,6	6,9	-16,2	47,3	-8,9	100,2
	2	-20,1	-25,2	87,7	48,5	15,1	-21,5	84,5
	3	-19,5	-2,6	-13,2	69,0	-4,3	20,6	50,1
	Média	-16,7	17,9	27,1	33,8	19,4,5	-3,3	78,3
Evapotrans- piração (mm)	1	47,4	63,2	91,0	89,0	97,0	94,0	481,6
	2	56,9	76,0	59,6	77,8	105,8	41,5	417,6
	3	56,3	53,4	73,0	95,4	116,4	84,3	478,8
	Média	53,5	64,2	74,5	87,4	106,4	73,3	459,3

**TABELA N° 3 Comparação da evapotranspiração calculada com o método de Balanço hídrico e pelos métodos indiretos.**

PERÍODO (30 dias)	BALANCE HÍDRICO ETR (mm)	HARGREAVES ETc=ETP*Kc	PENMAN ETc=ETP*Kc	EVAPORIMETRO DE CUBETA ETc=ETP*Kc
----------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------------------

10/Oct-7/Nov	72,08	36,82	120,78	79,85
8/Nov-7/Dic	67,99	89,62	135,64	82,22
8/Dic- 6/Ene	74,14	122,95	153,55	97,38
7/Ene- 5/Feb	91,45	141,44	151,85	93,23
6/Feb - 7/Mar	106,40	137,24	153,21	94,99
8/Mar-27/Mar	55,76	83,36	92,17	55,14
<b>Total (mm)</b>	<b>467,07</b>	<b>611,41</b>	<b>808,10</b>	<b>510,00</b>