

PEDRO FERNANDO BALBINO BURANELI

ALVARO AUGUSTO COUTINHO SILVA

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ

FRANCA/SP

2021

PEDRO FERNANDO BALBINO BURANELI

ALVARO AUGUSTO COUTINHO SILVA

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para a obtenção da habilitação do Técnico em Agropecuária pela Escola Técnica Estadual Professor Carmelino Corrêa Junior.

Orientadora: Prof^o. Yara Ferreira Figueira.

FRANCA/SP

2021

PEDRO FERNANDO BALBINO BURANELI

ALVARO AUGUSTO COUTINHO SILVA

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ

Aprovado em: __/__/____.

Banca Examinadora _____

Professora: Yara Ferreira Figueira (Orientadora)

Dedico esta obra para todos os cafeicultores que buscam uma forma de obter uma maior produtividade por área, mostrando a forma correta de fazer o manejo de irrigação pelo cálculo de evapotranspiração, e os novos meios de fazer sua fertirrigação e como fazer seus próprios projetos em suas fazendas (Pedro)

“Garante-se a estabilidade na produção de alimentos. No sequeiro [método que usa apenas água da chuva para irrigação], a produção é variável de ano para ano e tem essa incerteza. E a população que está nos centros urbano, não quer ter essa incerteza. Não conseguiremos atender a demanda mundial de alimentos sem irrigação e precisamos de boa gestão e bom planejamento” Lineu Rodrigues.

RESUMO

BURANELI, P.F.B.; SILVA, A.A.C. **IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ**. Escola Técnica Estadual Professor Carmelino Corrêa Junior, Franca/SP, 2021.

A irrigação por gotejamento exige um bom manejo, seu manejo inadequado trará para o café a formação de vegetação ao invés de grãos, quando isto acontece, a produção é reduzida drasticamente. No trabalho estudaremos como fazer, quando e porque irrigar cafezais, muitas das formulas e palavras ditas poderão ser levadas em considerações a outras culturas e a outros diversos outros modos de irrigação, a escolhida por gotejamento é a mais proveitosa no quesito energia, água e manutenção, a irrigação por gotejamento pode ser usada em qualquer região do Brasil. Entre tanto se o manejo for feito corretamente vamos ter diversos benefícios como um crescimento maior da planta, possibilitando mais área para produção de cafés, o café se tornará resistente a pragas e doenças, pois sob o déficit de água a planta se torna vulnerável a estas, a colheita provavelmente se adiantará, o que pode ajudar o produtor caso o preço de venda de café já no pós-colheita de a ele um valor que seja interessante. Além do manejo da irrigação também serão explicados os cálculos de dimensionamento de um projeto de irrigação. E será explicado como fazer o manejo das fertirrigações nos cafezais.

Palavras chave: Irrigação. Manejo. Produção do café.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. RADIAÇÃO EXTRATERRESTRE (QO) NAS LATITUDES SUL	14
TABELA 2. PERCA EM % DE PRESSÃO POR DIAMETRO DE CANO PVC	19
TABELA 3. MODELOS DE BOMBA	200
TABELA 4. PORCENTAGEM DE EFICIÊNCIA DOS NUTRINTES (N, P, K) NAS DIFERENTES FORMAS DE FERTIRRIGAÇÃO	211
TABELA 5. COMPATIBILIDADE E SOLUBILIDADE DOS PRINCIPAIS FERTILIZANTES UTILIZADOS NA FERTIRRIGAÇÃO	222

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL HARGREAVES & SAMANI.....	12
EQUAÇÃO 2. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CAMARGO	14
EQUAÇÃO 3. EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA PLANTA.....	144

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE LATITUDE NO BRASIL.....	13
FIGURA 2. ESPECIFICAÇÃO DA ESCOLHA DO KC.....	15
FIGURA 3. COMPATIBILIDADES DE FERTILIZANTES.....	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 REVISÃO DE LITERATURA	12
1.1 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA PLANTA.....	12
1.1.1 método de hargreaves & samani.....	12
1.1.2 Método de camargo	14
1.2 MANEJO DE SOLO IRRIGADO.....	15
1.2.1 Momento de irrigar.....	16
1.3 DIMENSIONAMENTO DE TANQUE E PROJETO	177
1.4 FERTIRRIGAÇÃO.....	20
2 OBJETIVO	25
3 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

INTRODUÇÃO

A técnica de irrigação por gotejamento, como mais um sistema de fornecimento suplementar de água à planta, surgiu em Israel, devido principalmente à escassez de recursos hídricos. Os resultados obtidos naquele país, concernente à produção das plantas irrigadas por gotejamento, foram de tal forma surpreendentes, que provocou um interesse por parte de agricultores e técnicos de outras regiões do globo, em tentar esse tipo de irrigação, mesmo onde havia fartura de mananciais aquíferos (SCIELO)

Essa técnica começou a ser usada em outros diversos países até mesmo onde havia água em fartura, pois é um sistema econômico de energia, equipamentos e manutenção, outros tipos de irrigação são mais caros que este de ter e de manter.

Existem diversas formas de fazer o manejo de campo de uma irrigação:

Manejo de irrigação integrado: esse tipo de método trabalha com informações coletadas do ambiente atmosférico e superfície onde estão plantados os cultivos, considerando níveis de evapotranspiração e a variação de umidade no solo. Com a junção desses dados, ficará mais fácil de saber a hora certa de irrigação o plantio, de forma efetiva e sem desperdícios.

Manejo da irrigação via solo: esse método considera as informações sobre a densidade, declividade e velocidade de infiltração da água na superfície para que a administração das águas utilizadas na irrigação seja bem planejada e realizada.

Manejo da irrigação via informações atmosféricas: por último, temos o método que analisa dados de evaporação de água do solo, transpiração das plantas e condições climáticas (BLOG IRRIGAT).

Nesse trabalho iremos esclarecer como utilizar de cada manejo para a cultura do café com a irrigação por gotejamento, e quais são os princípios de instalar e como instalar uma irrigação por gotejamento, além disso, veremos como fazer fertirrigação em cafeeiros.

A fertirrigação se trata de um sistema introduzido na irrigação, onde fazemos uma solução em calda, geralmente usando tambores, caixas de água e caixas específicas de defensivos agrícolas, e esses recipientes injetam com a pressão de uma bomba a solução no sistema de irrigação, onde esta será expandida e espalhada.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA PLANTA

O tempo é o que influencia na necessidade de uma irrigação, existem diversas formas de chegar a uma quantidade praticamente exata da falta de água que uma planta está tendo com as poucas chuvas, algumas formas exigem uma maior quantidade de registros da estação meteorológica, outros métodos mais antigos necessitam de menos, mas quando mais dados colocados nas formulas de cálculos descobertos por pesquisadores, mais perfeito será o abastecimento da falta da água sobre a planta, e quanto mais exato a cultura responderá com a eficácia na produção.

Vamos analisar as formas mais simples de calcular a evapotranspiração de uma planta, que são pelos métodos de estimativa de etp e eto.

1.1.1 Método De Hargreaves & Samani

EQUAÇÃO 1. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL HARGREAVES & SAMANI

$$ET_0 = 0,0023 * Q_0 * (T_{max} - T_{min}) * 0,5 * (17,8 + T_{med}) * NDP$$

Q_0 = irradiação solar extraterrestre (mm/d)

T_{max} = Temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

T_{med} = Temperatura média

NDP = Dias irrigados

Para este cálculo necessitamos de uma tabela que nos mostre os dados de radiação extraterrestre, o Q_0 . Que nos será representada pela nossa latitude no globo terrestre e mês em que vamos irrigar o café.

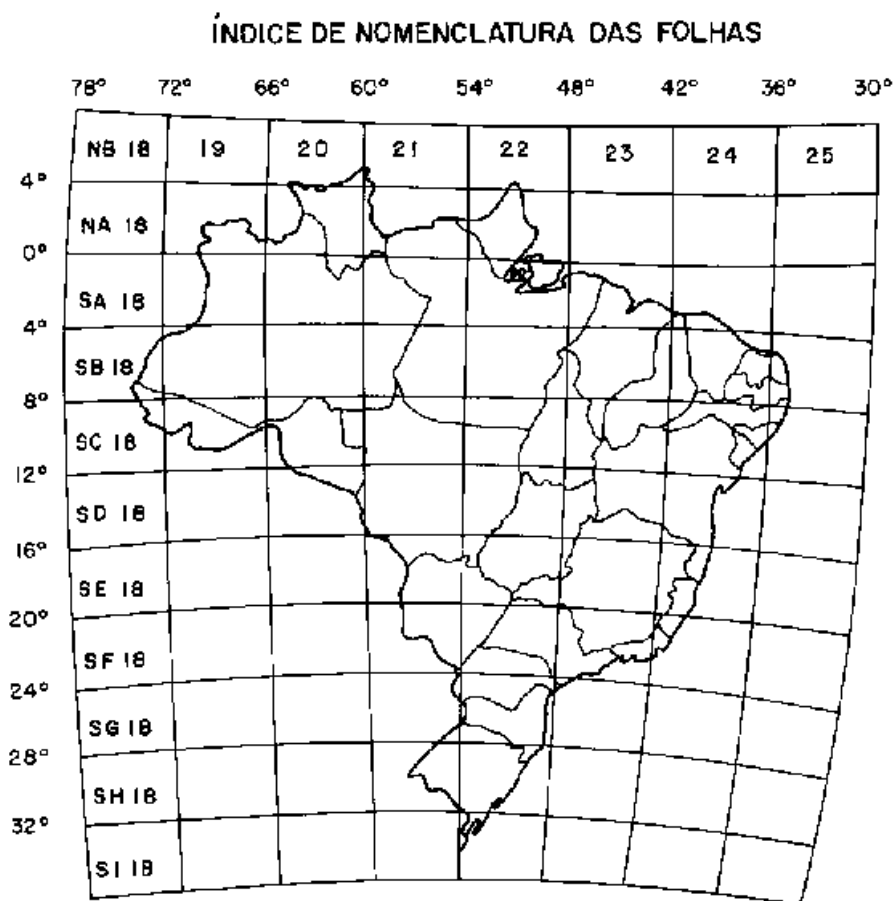


FIGURA 1. MAPA DE LATITUDE NO BRASIL FONTE: INPE, 2002

TABELA 1. RADIAÇÃO EXTRATERRESTRE (QO) NAS LATITUDES SUL

Quadro A.2- Radiação solar extraterrestre (Ra), equivalente em milímetros de evaporação correspondente ao dia 15 de cada mês.													
Latitude	Graus	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
H	30	8,4	10,4	12,7	14,7	16,0	16,2	16,2	15,2	13,5	11,2	9,0	8,0
E	28	8,9	10,8	13,0	14,8	15,9	16,1	16,1	15,2	13,7	11,5	9,5	8,4
M	26	9,3	11,2	13,2	14,9	15,8	16,0	16,0	15,2	13,9	11,9	9,9	8,9
I	24	9,8	11,5	13,5	15,0	15,7	15,9	15,9	15,2	14,1	12,2	10,3	9,3
S	22	10,3	11,9	13,7	15,1	15,6	15,8	15,8	15,3	14,2	12,5	10,8	9,8
F	20	10,8	12,3	13,9	15,1	15,5	15,7	15,7	15,3	14,3	12,8	11,2	10,2
É	18	11,2	12,6	14,1	15,2	15,4	15,6	15,6	15,2	14,4	13,1	11,5	10,6
R	16	11,5	12,9	14,3	15,2	15,3	15,4	15,4	15,1	14,5	13,3	11,9	11,1
I	14	12,0	13,2	14,5	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	14,6	13,6	12,3	11,5
O	12	12,4	13,5	14,6	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	14,7	13,8	12,7	11,9
N	10	12,8	13,8	14,7	15,2	15,0	14,8	14,8	14,9	14,8	14,1	13,0	12,4
O	8	13,1	14,1	14,8	15,1	14,8	14,6	14,6	14,8	14,9	14,3	13,3	12,8
R	6	13,4	14,3	14,9	15,0	14,6	14,3	14,3	14,7	14,9	14,4	13,6	13,1
T	4	13,8	14,5	15,0	14,9	14,4	14,0	14,0	14,6	14,9	14,6	13,9	13,5
E	2	14,1	14,8	15,1	14,8	14,1	13,8	13,8	14,4	14,9	14,8	14,3	13,9
	0	14,5	15,0	15,2	14,7	13,9	13,5	13,5	14,2	14,9	14,9	14,6	14,3
H	2	14,8	15,2	15,2	14,5	13,6	13,2	13,2	14,0	14,8	15,0	14,8	14,6
E	4	15,0	15,3	15,1	14,3	13,3	12,8	12,8	13,7	14,7	15,1	15,0	14,9
M	6	15,3	15,4	15,1	14,1	13,0	12,5	12,5	13,5	14,6	15,1	15,2	15,1
I	8	15,6	15,6	15,0	14,0	12,7	12,2	12,2	13,2	14,5	15,2	15,4	15,4
S	10	15,9	15,7	15,0	13,8	12,4	11,9	11,9	13,0	14,4	15,3	15,7	15,7
F	12	16,1	15,8	14,9	13,5	12,0	11,5	11,5	12,7	14,2	15,3	15,8	16,0
É	14	16,3	15,8	14,9	13,2	11,6	11,1	11,1	12,4	14,0	15,3	15,9	16,2
R	16	16,5	15,9	14,8	13,0	11,3	10,8	10,8	12,1	13,8	15,3	16,1	16,4
I	18	16,7	15,9	14,7	12,7	10,9	10,4	10,4	11,8	13,7	15,3	16,2	16,7
O	20	16,7	16,0	14,5	12,4	10,6	10,0	10,0	11,5	13,5	15,3	16,4	16,8
	22	16,9	16,0	14,3	12,0	10,2	9,1	9,6	11,1	13,1	15,2	16,5	17,0
S	24	16,9	15,9	14,1	11,7	9,8	8,6	9,1	10,7	13,1	15,1	16,5	17,1
U	26	17,0	15,9	13,9	11,4	9,4	8,1	8,7	10,4	12,8	15,0	16,6	17,3
L	28	17,1	15,8	13,7	11,1	9,0	7,8	8,3	10,0	12,6	14,9	16,6	17,5
	30	17,2	15,7	13,5	10,8	8,5	7,4	7,8	9,6	12,2	14,7	16,7	17,6

Fonte: CAMARGO & CAMARGO (1983)

1.1.2 Método de Camargo

EQUAÇÃO 2. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL CAMARGO

$$ET_0 = 0,01 * Q_0 * T_{med} * NDP$$

Utilizaremos nesse cálculo alguns dados da formula anterior.

Existem mais algumas formulas que são usadas sem a necessidade de uma estação meteorológica completa na fazenda, e esses cálculos que fazem uma maior precisão da evapotranspiração usam na formula a umidade do ar e a velocidade do vento a 2 metros, ou também existe o método por lisímetro que está sempre pesando o solo onde ele foi colocado, junto com isso também é pesada a planta que está sobre ele e a água que está acumulada no solo, sabendo-se assim qual a necessidade de irrigação para aquela área onde ele está instalado.

Para calcular a evapotranspiração da planta precisamos multiplicar a ET_0 pelo K_c da cultura plantada.

EQUAÇÃO 3. EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA PLANTA

$$ET_0 * K_c = ET_p$$

IDADE DA PLANTA (ANOS)	DISTÂNCIA ENTRE RUAS (M) X DISTÂNCIA ENTRE PLANTAS (M)	KC
Lavoura adulta (+ 3 anos)	> 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha	1,0
	> 3,0 x 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	1,1
	2 a < 3 x 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	1,2
	1 a < 2 x 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	1,3
Lavoura nova (1 a 3 anos)	> 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha	0,8
	> 3,0 x 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	0,9
	2 x < 3 x 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	1,0
	1 a < 2 x 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	1,1
Lavoura Nova (até 1 ano)	> 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha	0,6
	> 3,0 x 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	0,7
	2 a < 3 x 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	0,8
	1 a < 2 x 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	0,9

Fonte: Adaptado de Santinato (2008).

FIGURA 2. ESPECIFICAÇÃO DA ESCOLHA DO KC

1.2 MANEJO DE SOLO IRRIGADO

A capacidade de campo é o volume máximo de água que o solo onde a planta está pode receber, pois se receber mais que isso pode acontecer da irrigação excessiva que irá carregar os nutrientes a uma profundidade onde as raízes do café, não os conseguem buscar, o mesmo acontece com a água que pelo peso que imposta sobre ela se aprofunde no solo, onde as raízes não são capazes de absorver-la, com isso mais energia, manutenção e custo é gasto com a irrigação, mais adubo e foliares são gastos por causa da lixiviação e a planta sofre com a falta de oxigênio no solo.

Qualquer tipo de irrigação necessita de um bom manejo por quem sabe fazer, é um sistema complexo e delicado, mas que traz muitos ganhos para quem o torna uma necessidade no campo.

No entanto, para a realização de uma nova irrigação, não se deve esperar que a planta absorva toda a DTA, pois a medida que vai ocorrendo a perda de água por evaporação e transpiração das plantas, a dificuldade das plantas em absorver água aumenta, existindo assim um valor de umidade abaixo do qual, que proporciona déficit de água as plantas, denominado de umidade crítica, que varia de acordo com o solo e cultura. A variação de umidade que ocorre entre a umidade na capacidade de campo

e crítica, pode ser representada por um fator de reposição, denominado f , em relação à DTA do solo. Esse fator f (%) indica quanto de água pode ser retirado da DTA do solo, para que então seja realizado uma nova irrigação (Sousa et al., 2004), sem proporcionar déficit hídrico a cultura.

Para descobrirmos a capacidade de campo existem laboratórios que fazem análise, ou pela análise física, as quantidades de argila, areia e silte te revelam quanto aquele solo retém de água, pois cada tipo de solo puro existe os registros e é só descobrir pelas porcentagens de cada uma destes diferentes solos, ou também tem como descobrir por uma análise caseira que consiste em pegar 100 ml de solo e devemos colocar em uma peneira fina onde somente a água passará, como um filtro de café, e com isso se dimensiona o mesmo tanto de mililitros de água que no caso são 100 ml no coador depois de colocar o solo, o tanto de água que fica retido na terra após cerca de duas horas é a capacidade de campo, se dos 100 ml ele utilizou 60 ml então ele guarda nele 60 mm, ou seja, 60 l para cada 1 m quadrado.

Para um bom manejo de irrigação no café é primordial que o uso da água seja constante e adequado, é uma cultura que sofre muito na produção, tanto com a falta, quanto ao exagero de água, principalmente no momento de formação dos grãos, pois a planta necessita de um déficit hídrico de 20 a 40 dias para colocar mais flores nos nós, assim que perceptível às flores e a entrada das chuvas passageiras a irrigação tem de ser ligada novamente, isso deve acontecer para que não aconteça a vegetação do cafeeiro ao invés da florada, a pouca reposição de água nesse momento vai causar um elevado estresse no café que fará ele perder suas folhas por insolação e falta de água, e quando esta ser repostada corretamente causará a vegetação também, nesse momento é importante que tudo seja perfeito, e a água do reservatório deve ser preparada para conseguir irrigar todos os talhões até que as chuvas consigam repor as necessidades hídricas dos cafés.

1.2.1 Momento de irrigar

O melhor momento para fazer a irrigação é na hora mais fresca do dia, de manhã, após as 4 horas até no máximo 12 horas, pois a planta não pode ficar muito úmida à noite, existem diversas doenças que se proliferam na umidade durante a noite, principalmente os fungos, como a cercospora e a ferrugem.

1.3 DIMENSIONAMENTO DE TANQUE E PROJETO

Com a própria ETC descobrimos o tamanho ideal para um reservatório de água, fazemos o cálculo da evapotranspiração para pelo menos 6 meses de seca, que é o período onde a falta de chuva causara deficiência hídrica.

Exemplo, se o resultado for de 21.000.000 litros, vai ter uma necessidade de 4.166 mil litros por hora de reposição no reservatório, caso for necessário mais água usa-se a regra de três para saber quanto faltara, se a entrada for de 4.000 litros $166 \text{ litros} * 24 \text{ horas (1 dia)} = 3.984 \text{ litros} * 30 \text{ (1 mês)} = 119.520 \text{ litros} * 6 \text{ meses (período máximo estimado de seca)} = 717.120 \text{ litros}$ necessários no abastecimento, $21.000.000 \text{ litros} + 717.120 \text{ litros} = 21.717.120 \text{ litros}$ utilizados durante seis meses de irrigação. O reservatório terá de ser construído e ter ao menos um tamanho de 717.120 litros, que será 717 metros cúbicos, se ele tiver 2 metros de fundura, ele poderá ter $36 \text{ metros} * 10 \text{ metros} = 360 \text{ metros quadrados} * 2 \text{ metros} = 720 \text{ metros cúbicos}$.

Um projeto de irrigação deve evitar fazer curvas sem necessidade, o caminho da tubulação de recalque deve ser bem distribuído fonte de água até o ultimo setor de irrigação.

Para calcular a bomba necessária no sistema temos que saber a quantidade certa para a área de água, suponhamos que a fazenda tenha 20 hectares, e os cafés tenham no mínimo 3 metros de espaçamento entre ruas devemos calcular a vazão a partir desse espaçamento o hectare tem 10.000 metros quadrados que se relacionam $100 \text{ metros} * 100 \text{ metros}$, então $100 \text{ metros (comprimento do terreno no hectare)} / 3 \text{ metros (espaçamento de rua)} = 33,3 \text{ (ruas de café)} * 100 \text{ metros (de cada rua, largura do hectare)} = 3.333,3 \text{ (metros lineares das plantas no hectare)} / 0,6 \text{ metros (espaçamento de gotejadores de uma determinada tripa de gotejamento)} = 5.555,6 \text{ (número de gotejadores por hectare)} * 1,6 \text{ (vazão máxima em litros por hora da mangueira escolhida para o gotejamento)} = 8.888,9 \text{ (vazão em litros por hectare em uma hora)}$.

Cada projeto não deve passar de 6 setores, pois cada ciclo de irrigação deve conter no máximo 4 horas, para não haver perdas indesejadas, cada setor será irrigado separadamente pela bomba. No nosso exemplo o produtor optou por fazer somente 5 setores para aproveitar melhor o momento de irrigar, assim, completará 4

horas em cada setor em 4 horas x 5 setores= 20 horas no tempo máximo de irrigação. E cada setor deve ter 20 hectares/ 5 setores= 4 hectares por setor, para cada setor vamos calcular a necessidade de água bombeada: 4 hectares x 8.888,9 (vazão em litros necessária por hora hectare) = 35.555,6 litros por setor em uma hora, o que equivale a 35,6 metros cúbicos por hora.

Precisamos agora descobrir qual a pressão que vamos necessitar no sistema para escolher a bomba, para isso primeiramente iremos utilizar a tabela de vazão, achando qual a largura do cano causara menor perda de pressão na tubulação de sucção e de recalque, nesse caso vamos usar o cano de 4 polegadas que causa poucas perdas, estimado em 1,6% na vazão de 35 metros cúbicos hora, caso der um número maior que o passado na tabela, utilize o número anterior, isso ajudara para que não estoure canos caso o sistema seja fechado ou aberto bruscamente por um operador sem o treinamento adequado.

TABELA 2. PERCA EM % DE PRESSÃO POR DIAMETRO DE CANO PVC

Perda de Carga em Tubulações de PVC (Valores em %)													
DC Ø Comercial (Pol)	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
DN Ø Nominal (mm)	20	25	32	40	50	65	75	100	125	150	200	250	300
DE Ø Externo (mm)	25	32	40	50	60	75	85	110	125	170	222	274	326
Vazão m³/h	Perdas de carga em 100 metros de tubos novos de PVC												
0,5	1,2	0,4	0,1										
1,0	4,0	1,2	0,4	0,1	0,1								
1,5	8,2	2,5	0,8	0,3	0,1								
2,0	13,5	4,1	1,3	0,5	0,2	0,1							
2,5	20,0	6,0	2,0	0,7	0,3	0,1	0,1						
3,0	27,5	8,3	2,7	0,9	0,4	0,1	0,1						
3,5	36,0	10,8	3,5	1,2	0,5	0,2	0,1						
4,0	45,4	13,7	4,5	1,5	0,6	0,2	0,1						
4,5	55,8	16,8	5,5	1,9	0,8	0,3	0,1						
5,0	67,1	20,3	6,6	2,3	0,9	0,3	0,2	0,1					
5,5	79,3	23,9	7,8	2,7	1,1	0,4	0,2	0,1					
6,0	92,4	27,9	9,1	3,1	1,3	0,4	0,2	0,1					
6,5		32,1	10,4	3,6	1,4	0,5	0,3	0,1					
7,0		36,5	11,9	4,1	1,6	0,6	0,3	0,1					
7,5		41,2	13,4	4,6	1,9	0,6	0,4	0,1					
8,0		46,1	15,0	5,2	2,1	0,7	0,4	0,1					
8,5		51,3	16,7	5,8	2,3	0,8	0,4	0,1					
9,0		56,6	18,5	6,4	2,6	0,9	0,5	0,1					
9,5		62,3	20,3	7,0	2,8	1,0	0,5	0,2	0,1				
10,0		68,1	22,2	7,7	3,1	1,1	0,6	0,2	0,1				
12,0		93,7	30,5	10,6	4,2	1,5	0,8	0,2	0,1				
14,0			40,0	13,9	5,5	1,9	1,1	0,3	0,1				
16,0			50,5	17,5	7,0	2,4	1,3	0,4	0,1				
18,0			62,1	21,5	8,6	3,0	1,6	0,5	0,2	0,1			
20,0			74,7	25,9	10,3	3,6	2,0	0,6	0,2	0,1			
25,0				38,2	15,2	5,3	2,9	0,9	0,3	0,1			
30,0				52,6	21,0	7,3	4,0	1,2	0,4	0,1			
35,0				68,9	27,5	9,6	5,3	1,6	0,5	0,2	0,1		
40,0				87,0	34,7	12,1	6,7	2,0	0,6	0,2	0,1		
45,0					42,6	14,9	8,2	2,4	0,8	0,3	0,1		
50,0					51,3	18,0	9,8	2,9	0,9	0,3	0,1		
55,0					60,6	21,2	11,6	3,4	1,1	0,4	0,1		
60,0					70,5	24,7	13,5	4,0	1,3	0,5	0,1		
65,0					81,1	28,4	15,6	4,6	1,5	0,5	0,2	0,1	
70,0					92,4	32,4	17,7	5,2	1,7	0,6	0,2	0,1	
75,0						36,5	20,0	5,9	1,9	0,7	0,2	0,1	
80,0						40,9	22,4	6,6		0,8	0,2	0,1	
85,0						45,4	24,9	7,3	2,4	0,9	0,2	0,1	
90,0						50,2	27,5	8,1	2,6	1,0	0,3	0,1	
95,0						55,2	30,2	8,9	2,9	1,1	0,3	0,1	
100,0						60,4	33,1	9,7	3,2	1,2	0,3	0,1	0,1
120,0						83,1	45,5	13,4	4,3	1,6	0,4	0,2	0,1
150,0							67,2	19,8	6,4	2,4	0,7	0,2	0,1
200,0								32,7	10,6	3,9	1,1	0,4	0,2
250,0								48,4	15,7	5,8	1,6	0,6	0,3
300,0								66,6	21,6	7,9	2,2	0,8	0,4
350,0								87,2	28,2	10,4	2,9	1,1	0,5
400,0									35,7	13,1	3,7	1,4	0,6
450,0									43,8	16,2	4,5	1,7	0,7
500,0									52,7	19,4	5,4	2,0	0,9
600,0									72,5	26,7	7,5	2,8	1,2
700,0									95,0	35,0	9,8	3,6	1,6
800,0										44,2	12,4	4,6	2,0

Fonte: Agrosoles

Seguindo o raciocínio do exemplo, a altura da sucção da bomba deve ser somada com a diferença de altitude da bomba até o ultimo setor da irrigação, 5 (metros de sucção) + 150 (diferença de altitude entre a bomba e a irrigação) = 155+ 5% (perda de cerca em função das conexões, curvas, etc) = 162,75 metros de coluna de água. Vamos escolher a bomba com base na tabela, olhando na vazão e pressão escolhida, nesse caso a mais eficaz para o projeto foi à bomba ME- 33400 C170, de 40 cavalos e 3 estágios.

de carbonatos de cálcio e de magnésio, provocando entupimento dos emissores e das linhas de irrigação (BURT et al. 1995; COELHO et al., 2000; SOUSA et al. 1999).

A injeção da solução deve ser feita na estação de controle, antes do filtro, de modo que partículas potencialmente causadoras de entupimentos nos emissores sejam retidas (COELHO, 2002).

A fertirrigação é um meio pouco utilizado, até para os produtores que utilizam a irrigação. Mas deve ser colocado como essencial para estes, pois é um sistema que facilmente automatiza parte das adubações. Além disso, menos adubo é desperdiçado, a planta consegue com muita mais facilidade utilizar os nutrientes quando já estão diluídos em água.

TABELA 4. PORCENTAGEM DE EFICIÊNCIA DOS NUTRINTES (N, P, K) NAS DIFERENTES FORMAS DE FERTIRRIGAÇÃO

Quadro 5. Porcentagem de eficiência de uso de N, P e K de acordo com o sistema de irrigação.

Sistema de riego	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Surco	40-60	10-20	60-75
Aspersión, pivote	60-70	15-25	70-80
Goteo, microaspersión	75-85	25-35	80-90

Fonte: Vieira (2020)

Na tabela a seguir veremos os principais adubos comerciais, a sua composição de nutrientes e a sua solubilidade em gr por litro de água:

TABELA 5. COMPATIBILIDADE E SOLUBILIDADE DOS PRINCIPAIS FERTILIZANTES UTILIZADOS NA FERTIRRIGAÇÃO

Composição e solubilidade de alguns fertilizantes.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Solubilidade g/L
	----- (%) -----						
Nitrato de amônio	32	-	-	-	-	-	1.180
Nitrato de cálcio	14	-	-	18	1	-	1.340
Nitrato de potássio	13	-	44	-	-	-	320
Sulfato de amônio	20	-	-	-	-	23	700
Uréia	45	-	-	-	-	-	780
Fosfato monoamônio (MAP)	9	48	-	-	-	-	230
Fosfato diamônio (DAP)	16	45	-	-	-	-	420
Cloreto de potássio	-	-	58	-	-	-	340
Sulfato de potássio	-	-	48	-	-	17	110
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	18	-	45	23	-
Fosfato monopotássico (MKP)	-	52	34	-	-	-	330

Fonte: Alarcon (1997)

Repare que na tabela acima o super simples nem chega a ser citado, pois este não pode ser usado em sistemas de gotejamento na fertirrigação, ele causa entupimento, não é um adubo solúvel propriamente para a água como os outros.

Tem alguns fertilizantes que não são compatíveis a outros ou pouco compatíveis, no quadro a seguir isso será demonstrado:

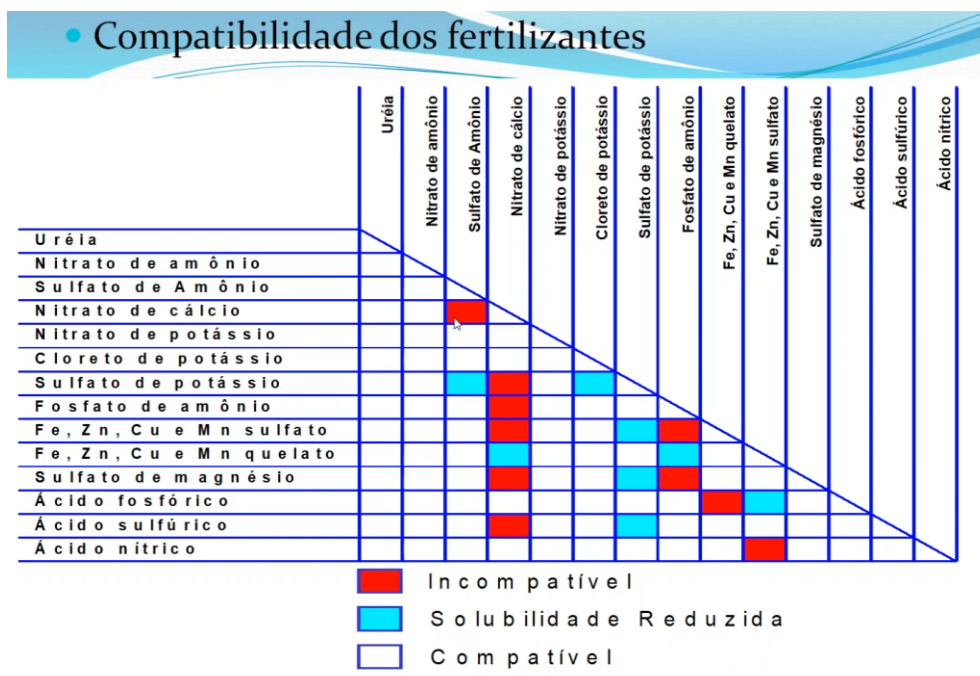


FIGURA 3. COMPATIBILIDADES DE FERTILIZANTES FONTE: VILLAS BÔAS ET AL. (1999), ADAPTADO POR ANBO, 2015.

Com base nessas regras básicas de mistura de fertilizantes, recomenda-se que sejam utilizados três recipientes ou tanques para o armazenamento da solução estoque, sendo um para a mistura de fertilizantes cálcicos (ácido ou neutro), outro para micronutrientes em meio neutro e o último para os demais fertilizantes (exceto o cálcio) em meio ácido (CADAHIA LÓPEZ; EYMAR ALONSO, 1998).

O período correto de fazer a fertirrigação é no período da seca, pois no período das chuvas se torna ineficaz, por precisar ser lançado devagar à solução de adubos e água, com cerca de 40 minutos de irrigação, e de 20 minutos a 30 minutos após a irrigação para o sistema terminar de injetar os resquícios que ficaram nos canos e mangueiras, e com isso o solo pode saturar de água pelas chuvas fortes e a adubação acabar lixiviando, por isso se torna eficaz no outono e inverno, período de seca, possibilitando adubações quinzenais ou semanais as que mais mostram efeito no café, deixando assim as ramas produtivas maiores para a próxima safra, e também trazendo mais saúde a planta tornando-a mais resistente por estar bem suprida de água e nutrientes. Quando o solo não está molhado é preciso de mais 20 minutos a 30 minutos antes da fertirrigação para encharcar o solo e trazer mais eficiência para a adubação.

Ainda não existem tabelas que disponibilizam a necessidade correta de um adubo na fertirrigação de cafés, mas é um meio que demanda de menos nutrientes que o convencional. O que existe para a medição correta das adubações, além da análise de solo e a foliar para este manejo é a retirada da água que está no solo no período anterior da fertirrigação, feita com tenciômetros que removem do solo parte da solução aquosa que ali está, e com medidores de folhas e cores, consegue-se descobrir o ph, e a quantidade dos nutrientes e sais minerais da solução.

2 OBJETIVO

Este trabalho objetivou por ser complexa e necessitar de cálculos específicos a irrigação, pois água em excesso pode trazer graves complicações nas plantas, como a perda de nutrientes, e é provado que a água tem poder de arrasto sobre os nutrientes do solo e dos adubos que foram utilizados. E também a falta da mesma acarreta em um menor uso de nutrientes pela planta, pois água em falta faz com que a planta não tenha um meio para se alimentar, as raízes sugam os nutrientes em solução aquosa. Esses são os principais problemas da falta e excesso de água, e quando isso está desregulado, a planta sofre, podendo chegar a ter diversas doenças com uma maior facilidade.

3 CONCLUSÃO

O trabalho demonstrou que o meio mais em conta para o manejo de irrigação é calculando a evapotranspiração, este meio também é o mais complexo, o trabalho foi feito já com a intenção de amostra e demonstração, para que simplifique a busca por um material simples para calcular a irrigação necessária no dia.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, v. 136, 2010. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25532/1/Circ-136.pdf>. Acesso em 20 mai.2021.

MANFRINATO, A. H. 1 Parte- Influência sobre as relações solo- água. *In*: QUEIROZ, L.(org.). **A irrigação por gotejamento**. Piracicaba: Scielo, v. 31, 1974. p. 35-49.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aesalq/v31/03.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.

MEDEIROS, F. J.; SOUSA, F. V.; MAIA, E. C.; COELHO, F. E.; MAROUELLI, A. W. Determinação e preparo da solução de fertilizantes para fertirrigação. **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 267- 288.

Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55934/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap8.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021.

SENTELHAS, C. P.; ANGELOCCI, R. L. Evapotranspiração, definições e conceitos. **Meteorologia agrícola**, Piracicaba, ESALQ/ USP- 2012. Disponível em:

http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/Aula8_2012.pdf. Acesso 18 mai. 2021.