



A produção da Agrovale em 2003 foi de 2,7 milhões de sacas de açúcar e 26 milhões de litros de álcool combustível

# Agrovale, uma experiência de 25 anos em irrigação da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco

## JOSÉ MONTEIRO SOARES

PESQUISADOR, D.S.C. ESPECIALISTA EM IRRIGAÇÃO, EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 56.302-970, PETROLINA, PE, E-MAIL: MONTEIRO@CPATSA.EMBRAPA.BR

## VINÍCIUS JOSÉ DE SOUZA VIEIRA2

ENGENHEIRO AGRÔNOMO, ESPECIALISTA EM FRUTICULTURA TROPICAL, GERENTE DE PRODUÇÃO, USINA AGROVALE, JUAZEIRO, BA, E-MAIL: VVIEIRA@AGROVALE.COM

## WALTER FARIAS GOMES JUNIOR3

ENGENHEIRO AGRÔNOMO, B.S.C. DEPARTAMENTO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, USINA AGROVALE, JUAZEIRO, BA, E-MAIL: WFARIA@AGROVALE.COM

## ADEMÁRIO AFONSO DE ARAÚJO FILHO4

ENGENHEIRO AGRÔNOMO, B.S.C. GERENTE DE AGRONOMIA, USINA AGROVALE, JUAZEIRO, BA, E-MAIL: AARAUJO@AGROVALE.COM

**A** Agroindústria do Vale do São Francisco S.A. (Agrovale) é uma empresa álcool-açucareira, localizada na região do Submédio São Francisco, Juazeiro (BA), coordenadas geográficas: 9°25' S, 39°39' W e altitude de 370 m.

A Agrovale foi fundada em 1972. Sua produção de açúcar e álcool iniciou-se em 1982, a partir de uma área piloto de 980 hectares de cana-de-açúcar, sob irrigação por sulcos, com base nas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semi-Árido.

Atualmente, a área cultivada com cana-de-açúcar pela Agrovale é da ordem de 15 mil hectares, sendo 12.945,05 ha (86,30%), no Projeto Tourão, 1.482,77 ha (9,90%), no Projeto Maniçoba e 572,20 ha (3,60%), na captação própria. A produção desta Empresa, no ano de 2003, foi de 2,7 milhões de sacas de açúcar e 26 milhões de litros de álcool combustível (anidro e hidratado), com um faturamento da ordem de R\$ 90 milhões. Hoje, a

Agrovale é considerada a maior empresa privada empregadora de mão-de-obra do Nordeste, gerando 4.380 empregos diretos no período de safra, os quais correspondem a 1% da população do Pólo Juazeiro - BA/Petrolina - PE.

A produtividade média da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco é superior a 100 t/ha, com base num cultivo com vida útil de sete a nove anos, enquanto nas regiões tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar (São Paulo, Zona da Mata do Nordeste do Brasil) a produtividade média é de 60 t/ha, para um cultivo de apenas quatro a cinco anos de vida útil. Esta supremacia pode estar associada às condições climáticas reinantes nesta região, caracterizadas por uma precipitação média anual de 400 mm, concentrada no período de novembro/abril; evaporação média anual de 2.000 mm; temperatura média anual

26,5°C; umidade relativa média anual que oscila em torno de 67,8%; 3.000 h de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m/s.

A Agrovale está adquirindo uma área estimada em 12 mil hectares no Projeto de Irrigação Salitre, Juazeiro (BA), para instalação de uma nova usina de açúcar e destilaria de álcool, com operacionalização prevista para meados de 2006.

No estado da Bahia, a demanda atual de açúcar é estimada em 15 milhões de sacas, enquanto a de álcool é de 320 milhões de litros. Considerando que este Estado produz apenas 3,45 milhões de sacas de açúcar e 50 milhões de litros de álcool, dos quais 52% são provenientes da Agrovale, somente com a instalação de quatro a seis unidades produtoras é que a Bahia poderá tornar-se auto-suficiente nesses produtos. Isto poderia acontecer, desde que o Governo Federal viabilizasse a instalação de uma infra-estrutura de irrigação de uso comum, para que novas áreas agrícolas e indústrias pudessem ser implementadas. Segundo o diretor-presidente da Agrovale, a cana-de-açúcar na região Semi-Árida poderá tornar-se uma cultura muito rentável, desde que a infra-estrutura de irrigação tenha um financiamento em longo prazo, pelo menos 20 anos, com juros de 8,75% ao ano e uma carência de cinco anos no período de implantação desta cultura e de instalação da indústria.

A Agrovale, além da produção dos subprodutos bagaço, bagaço hidrolizado, melaço e composto orgânico, também destaca-se como uma empresa geradora de energia elétrica e produtora de frutas, com 385 hectares de cultivo de manga.

FOTO ARQUIVO DA AGROVALE



A produtividade média da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco é superior a 100 t/ha, com um cultivo útil de sete a nove anos

**QUADRO 1 – Composição dos sistemas de irrigação com base nas classes de solos predominantes por projeto de irrigação, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Projeto	Classes de Solo	Sistema de Irrigação	Área (ha)	Porcentagem	
Tourão	Argissolo	Sulco	4.078,52	31,51	
		Gotejamento	89,13	0,69	
	Cambissolo	Sulco	366,72	2,83	
		Gotejamento	50,70	0,39	
Total			12.945,05	100,00	
Maniçoba	Argissolo	Pivô Central	283,78	19,14	
		Pivô Linear	1.198,99	80,86	
	Total			1.482,77	100,00
	Cambissolo	Sulco	282,54	49,38	
	Vertissolo	Pivô Central	289,66	50,62	
Total			72,20	100,00	
Total Geral			15.000,02		

## Sistema de irrigação

Em decorrência das classes de solos predominantes na região do Submédio São Francisco e da topografia do terreno, a área irrigada pela Usina Agrovale é constituída pelos sistemas de irrigação mostrados no **Quadro 1**.

Pode-se observar, por meio do **Quadro 1**, que nos solos de textura arenosa como os Argissolos (15% - 30% de argila) e os Cambissolos (30% - 40% de argila), utiliza-se apenas o sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central ou linear e sulco, enquanto nos solos com predomínio de textura argilosa, como os Cambissolos (30% - 40% de argila) e os Vertissolos (40% - 60% de argila), destaca-se o uso da irrigação por sulco. Numa área de 50 hectares de solos da classe Vertissolo, encontra-se em fase experimental um projeto piloto com irrigação por gotejamento subsuperficial.

Os espaçamentos padrões utilizados são de 1,5 m para Vertissolos e 1,3 m para Cambissolos e Argissolos. Outros espaçamentos estão sendo testados, como o de fileira dupla com 1,5 m x 0,50 m e 1,3 m x 0,70 m.

## Sistema de irrigação por aspersão-pivô central e linear

A área total irrigada por aspersão é da ordem de 1.029,29 hectares, sendo 91% (940,16 ha) irrigados por pivô central e 9% (89,13 ha) irrigados por pivô linear. A área irrigada por pivô central é constituída de 23 unidades, enquanto a área irrigada por pivô linear compreende apenas uma unidade (**Quadro 2**). A grande variabilidade relativa ao tamanho da área irrigada por pivô central é decorrente das dimensões das manchas de solos irrigáveis, bem como da topografia do terreno, as quais condicionam o dimensionamento de pivôs com áreas que variam entre 12,57 ha e 105,68 ha (**Quadro 2**).

**QUADRO 2 – Dados técnicos do sistema de irrigação por aspersão tipo pivô, Juazeiro (BA)**

Número do pivô central	Número de torres	Raio do pivô (m)	Área por pivô (ha)	
			Total	Cultivado
1	8	384	46,32	39,94
2	5	210	13,85	13,32
3	5	200	12,57	12,30
4	6	260	21,24	19,86
5	6	345	37,39	31,62
6	7	400	50,27	46,73
7	5	295	27,34	23,61
8	5	250	19,63	18,39
9	5	295	27,34	26,95
10	6	315	31,17	29,15
11	5	280	24,63	22,60
12	5	290	26,42	23,27
13	6	265	22,06	21,86
14	9	470	69,40	67,28
15	12	530	88,25	82,91
16	9	465	67,93	67,53
17	8	470	69,40	66,06
18*				
19	7	397	49,51	44,45
20	6	315	31,17	8,18
21	9	500	78,54	75,49
22	12	580	105,68	101,63
23	9	500	78,54	77,03
Pivô linear	12	576	104,23	89,13
<b>Total</b>			<b>1.102,88</b>	<b>1.029,29</b>

Obs: Canavieiros: 1, 19 e 20 e o Linear (Sistemas projetados especificamente para a cultura da cana-de-açúcar).

\* Pivô não existente.

FOTOS FRANCISCO LOPES FILHO



Pivô central circular e pivô linear, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)

## Sistema de irrigação por sulcos

A área total irrigada por sulcos é da ordem de 13.869,17 hectares, sendo 75,48% (10.468 ha) irrigados por canais de terra, utilizando regadeiras ou sifão e os 24,52% restantes (3.401,17 ha) irrigados por politubo janelado.

O sistema de irrigação por sulcos com regadeiras é caracterizado pelo barramento d'água em pontos específicos do canal de terra, utilizando piquete de madeira, palha de cana e terra, bem como a abertura na parede lateral do canal por meio de enxadas, de modo que permita a derivação d'água do canal para um conjunto de cinco sulcos, que irrigam, simultaneamente, de cinco a oito conjuntos. No caso do sistema de irrigação por sulcos que utiliza sifão, a derivação d'água é feita por meio de tubos de PVC rígido, com duas polegadas de diâmetro por 2 metros de comprimento, moldados de acordo com as dimensões do camalhão, para condicionar uma dada carga hidráulica.



Canais para atender irrigação por sulcos com sifões e regadeiras



Sistemas de irrigação por sulcos utilizando politubo janelado, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)

O sistema com politubo janelado compreende o uso de um tubo de PVC flexível, com 400 micra de espessura, dotado de janelas reguláveis e espaçadas de acordo com o espaçamento entre sulcos adotado para a área considerada e com vazão que varia entre 0,30 e 2,20 L/s. O comprimento do politubo pode variar de 100 a 300 m, uma vez que o comprimento de cada segmento é de 100 m. O número de sulcos irrigados simultaneamente também pode variar entre 25 e 40 unidades. Neste sistema de irrigação, as extremidades finais dos sulcos são interligadas, de modo que venha a formar uma microbacia, para, assim, uniformizar a lâmina d'água infiltrada no final do sulco, bem como minimizar as perdas de água por escoamen-

to. O comprimento médio dos sulcos é da ordem de 120 m, mas pode variar entre 50 e 300 m, dependendo do formato dos talhões e da localização dos canais terciários. A declividade média dos sulcos oscila entre 0,2% e 0,5%. De modo geral, a irrigação por sulcos é adotada em solos das classes Vertissolo, Cambissolo e Argissolo, cujas texturas são muito argilosa, argilosa e areno-argilosa, o que condiciona a obtenção de perdas de água por escoamento superficial e por percolação profunda em maior ou menor grau, dependendo da textura do solo.

## Sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial

A área total irrigada por gotejamento subsuperficial é da ordem de 50,70 hectares, por tratar-se de uma área piloto, ainda em fase de estudo.

O sistema de irrigação passa por um cabeçal de controle, constituído por filtros de discos, tanque para injeção de fertilizantes e por emissores da marca Naan modelo PAZ 25, espaçados de 0,60 m, vazão de 1,56 L/h e pressão de serviço de 1,0 atm. A profundidade da linha lateral é de 0,25 m, situada imediatamente abaixo da fileira de plantas, com emissores posicionados no fundo do sulco. As extremidades finais das linhas laterais são interligadas a uma tubulação de PVC, que tem a função de escoar os resíduos orgânicos que se acumulam nos trechos finais das linhas laterais. O comprimento das linhas laterais é da ordem de 140 a 280 m, tendo sido dividida a área em dois módulos, um com 3 m de espaçamento entre fileiras de plantas e outro com 3,20 m.

Vale salientar que esta área piloto encontra-se implantada apenas em solos da classe Vertissolo e que algumas limitações operacionais merecem ser destacadas, tais como:

- lentidão no processo de umedecimento da camada superficial do solo, por ocasião do plantio, devido à presença de um elevado nível de fendilhamento do solo, cujas fendas podem alcançar até 100 cm de profundidade;
- rompimento da linha lateral por ocasião da suspensão da irrigação, devido ao estresse hídrico necessário, no período, para a maturação da cana. No entanto, o segmento da mangueira de polietileno que se torna exposta pode ser queimada, no processo de queima da cana para o corte;
- entupimento dos emissores provocado por deposição de resíduos orgânicos e pela penetração de raízes. Porém, estes problemas vêm sendo solucionados por meio de ajustes nas práticas culturais e operacionais do sistema de irrigação.

## Manejo de água

O manejo de água na cultura da cana-de-açúcar na Usina Agrovale é feito levando-se em consideração os parâmetros climáticos e fisiológicos da planta, físico-hídricos do solo e nos parâmetros técnicos dos distintos sistemas de irrigação utilizados.

Dentre os parâmetros climáticos utilizados para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc), destaca-se a evaporação diária do tanque classe A, que é obtida a partir de estações evaporimétricas, instaladas em locais distribuídos estrategicamente dentro da área cultivada, bem como nos valores do coeficiente de cultura (Kc) específicos para cada estágio fenológico da cana-de-açúcar. O **Quadro 3** mostra um resumo dos cálculos da ETc para as condições climáticas predominantes na região do Submédio São Francisco, levando-se em consideração a idade da cana-planta e da cana-soca, visando facilitar seu uso pelos técnicos/irrigantes.

Com base nos valores de ETc contidos no Quadro 3, nos parâmetros físico-hídricos do solo, profundidade efetiva da raiz da cana e nos parâmetros técnicos dos distintos sistemas de irrigação, estimou-se o turno de rega para as áreas irrigadas pelos sistemas de irrigação por sulco (**Quadro 4**) e por pivô central (**Quadro 5**), que servem de referência para orientação prática do manejo de água.

A exemplo do uso dos cálculos do **Quadro 4**, considerando uma evaporação diária de 7 mm, pode-se constatar, para o sistema de irrigação por sulcos, que possibilita a infiltração de uma lâmina d'água da ordem de 60 mm, que o turno de rega deve oscilar em torno de 10 dias para solos da classe Vertissolo, para cana-planta com idade entre 6 e 12 meses e para cana-soca com 4 a 10 meses de idade.

Exemplificando, também, o uso dos cálculos do Quadro 5, pode-se constatar para um dia com evaporação da ordem de 7 mm, considerando o pivô central no 5, cuja eficiência do sistema (Es) é de 84,06% e cuja lâmina precipitada é de 19,21 mm, para uma condição de funcionamento de 36h 20 min por volta (velocidade de 67%), que o turno de rega deve oscilar em torno de três dias, para uma cana-planta com idade entre 6 e 12 meses e para cana-soca com 4 a 10 meses de idade. Vale salientar que as orientações contidas no **Quadro 5** não são levadas em consideração por ocasião das primeiras irrigações e nos períodos em que a irrigação é realizada para a execução das atividades de tratamentos culturais da cana, bem como por ocasião de quebra do equipamento (pivô).

Portanto, verifica-se que o turno de rega adotado para o sistema de irrigação por sulcos em solos da classe Vertissolo mostra-se três vezes maior que o turno de rega para o pivô central, conside-

**QUADRO 3 – Resumo dos cálculos da evapotranspiração da cultura (ETc) determinados com base na evaporação do tanque classe A (Et), coeficiente de tanque (Kp = 0,70) e no coeficiente de cultura (Kc), para um intervalo de valores de evaporação entre 4,5 e 10,5 mm/dia**

Et	Idade da cana-planta (meses)					
	0 - 2	2 - 3	3 - 6	6 - 12*	12 - 13	13 - 14
(mm/dia)	Idade da cana-soca (meses)					
	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10*	10 - 11	11 - 12
Coeficiente de cultura - Kc**						
(mm/dia)	0,40	0,75	1,10	1,25*	0,90	0,70
Evapotranspiração da cultura (mm/dia) ETc = 0,70.Kc.Et						
4,5	1,26	2,36	3,47	3,94	2,84	2,21
5,0	1,40	2,63	3,85	4,38	3,15	2,45
5,5	1,54	2,89	4,24	4,81	3,47	2,70
6,0	1,68	3,15	4,62	5,25	3,78	2,94
6,5	1,82	3,41	5,01	5,69	4,10	3,19
7,0	1,96	3,68	5,39	6,13	4,41	3,43
7,5	2,10	3,94	5,78	6,56	4,73	3,68
8,0	2,24	4,20	6,16	7,00	5,04	3,92
8,5	2,38	4,46	6,55	7,44	5,36	4,17
9,0	2,52	4,73	6,93	7,88	5,67	4,41
9,5	2,66	4,99	7,32	8,31	5,99	4,66
10,0	2,80	5,25	7,70	8,75	6,30	4,90
10,5	2,94	5,51	8,09	9,19	6,62	5,15

\* Máximo crescimento vegetativo.

\*\* Fonte: Manual 56 da FAO.

**QUADRO 4 – Resumo dos cálculos do turno de rega (Tr) determinados com base na evapotranspiração da cultura (ETc), eficiência do sistema de irrigação, para o sistema de irrigação por sulco, em solo da classe Vertissolo, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Et	Idade da cana-planta (meses)					
	0 - 2	2 - 3	3 - 6	6 - 12*	12 - 13	13 - 14
(mm/dia)	Idade da cana-soca (meses)					
	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10*	10 - 11	11 - 12
Turno de rega (dias)						
5,0	21	23	16	14	19	24
5,5	19	21	14	12	17	22
6,0	18	19	13	11	16	20
6,5	16	18	12	11	15	19
7,0	15	16	11	10	14	17
7,5	14	15	10	9	13	16
8,0	13	14	10	9	12	15
8,5	13	13	9	8	11	14
9,0	12	13	9	8	11	14
9,5	11	12	8	7	10	13
10,0	11	11	8	7	10	12

\* Máximo crescimento vegetativo.

**QUADRO 5 – Resumo dos cálculos do turno de rega (Tr) determinados com base na evapotranspiração da cultura (ETc), eficiência do sistema de irrigação (Es), para o sistema de irrigação por pivô central no 5, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Evaporação do tanque classe A (mm/dia)	Idade da cana-planta (meses)					
	0 - 2	2 - 3	3 - 6	6 - 12*	12 - 13	13 - 14
	Idade da cana-soca (meses)					
	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10*	10 - 11	11 - 12
	Turno de rega (dias)					
5,0	14	7	5	4	6	8
5,5	12	7	5	4	6	7
6,0	11	6	4	4	5	7
6,5	11	6	4	3	5	6
7,0	10	5	4	3	4	6
7,5	9	5	3	3	4	5
8,0	9	5	3	3	4	5
8,5	8	4	3	3	4	5
9,0	8	4	3	2	3	4
9,5	7	4	3	2	3	4
10,0	7	4	2	2	3	4

\* Máximo crescimento vegetativo.

**QUADRO 6 – Características hidráulicas do sistema de irrigação por aspersão tipo pivô, Juazeiro (BA)**

Número do pivô central	Lap (mm/dia)	Es (%)	Vazão do sistema (m³/h)	Lâmina média precipitação (mm/dia)	Tempo por volta (h e min)
1	9,34	92	198,00	18,67	35h36
2	8,66	85	69,00	17,31	35h45
3	6,61	81	62,75	13,22	36h06
4	8,07	90	104,00	16,14	35h58
5	11,43	84	229,93	22,85	36h20
6	10,29	86	309,00	20,58	35h52
7	10,09	80	170,13	20,18	36h02
8	8,70	79	126,81	17,40	35h48
9	10,15	80	170,13	20,29	35h58
10	10,54	83	195,25	21,07	36h01
11	10,92	82	154,88	21,83	35h56
12	12,33	80	155,88	24,66	35h53
13	9,48	86	109,00	18,96	35h50
14	11,48	80	330,69	22,96	36h13
15	9,94	82	356,30	19,88	35h45
16	11,08	80	330,69	22,16	36h28
17	12,38	80	316,40	24,75	35h45
18*					
19	11,81	83	147,57	23,62	35h54
20	11,68	81	103,00	23,36	35h58
21	10,60	78	140,00	21,20	36h00
22	8,56	79	103,00	17,11	36h09
23	9,83	85	312,7	19,66	35h46
Linear	9,72	86	19,43	19,43	35h58

Obs.: Canavieiros: 1, 19 e 20 e o Linear.

\* Pivô não existente.

rando uma cana com a mesma idade, sob uma demanda evapotranspiratória da cultura da ordem de 7 mm/dia. Porém, vale salientar que isto é decorrente da classe de solo em que o pivô central encontra-se instalado (solos de textura arenosa), bem como das características hidráulicas do próprio pivô.

O manejo de água, com base nos parâmetros de solo, é feito apenas durante as três primeiras irrigações, visando elevar o conteúdo de água no solo à capacidade de campo, para ambos os tipos de sistemas de irrigação, ou quando ocorre avarias nos canais terciários ou no próprio sistema de irrigação.

O desempenho de cada um dos 23 pivôs centrais utilizados na Usina Agrovale é determinado com base em testes de campo, que são repetidos a cada dois anos, visando a otimização do manejo de água, conforme resumo apresentado nos Quadros 6 e 7.

Ao se fazer uma avaliação do desempenho operacional do sistema de irrigação por pivô central ou linear, podem-se constatar os seguintes pontos:

- lâmina média precipitada** – mostra uma variação entre 53,39% e 100%, quando se utiliza a lâmina máxima precipitada (24,36 mm para um tempo de irrigação de 36 h por volta), como referência;
- eficiência do sistema** – tem oscilado entre 78% e 92%, portanto, enquadrando-se dentro de uma faixa aceitável de operação (Quadro 6).

Os testes de campo referentes ao desempenho de cada um dos pivôs mostram que a lâmina média de água precipitada é da ordem de 20,32 (2,87, cujos valores mínimo e máximo foram de 12,38 a 24,76 mm, considerando um tempo médio por volta de 36 h, conforme Quadro 6. Mesmo obtendo-se um coeficiente de variação baixo ( $CV = 14,11\%$ ), a realização periódica de testes de campo para determinar a performance de cada pivô mostra-se importante, para detectar problemas operacionais, em tempo hábil e, assim, otimizar o manejo de água de uma área irrigada.

Exemplificando-se, ainda, o uso dos cálculos do Quadro 7, pode-se verificar para um dia com evaporação de 7mm, considerando que a eficiência de irrigação do gotejamento é de 95%, que o tempo de irrigação varia de 2h e 32 min, para cana com idade entre 0 e 1 mês até 7h e 56 min para os estádios fenológicos com máxima demanda evapotranspiratória, para uma frequência de irrigação diária.

Ao se fazer uma análise da eficiência de uso da água (Eua) para os distintos sistemas de irrigação, pode-se constatar que o pivô central/linear e gotejamento subsuperficial mostraram-se praticamente iguais, com valores médios oscilando em torno de 7,14 kg de cana-de-açúcar/m<sup>3</sup> de água de irrigação, enquanto, sob irrigação por sulcos, esta eficiência tem sido de 4,90 kg/m<sup>3</sup>, apresentando-se 31,37% menos eficiente, quando comparado com a irrigação por aspersão (pivô) e por gotejamento (**Quadro 8**).

Fazendo-se uma avaliação do desempenho operacional do sistema de irrigação por gotejamento, têm-se constatado os seguintes problemas relativos à obstrução dos emissores:

- presença de restos de coleópteros de hábito aquático, que vivem no interior das tubulações, em processo de decomposição e/ou já decompostos;
- impurezas provenientes de fertilizantes sólidos;
- causas decorrentes do desenho hidráulico do sistema de irrigação, como por exemplo, a estrutura de filtragem, posicionamento do emissor na linha do gotejo, práticas da fertirrigação, entre outros.

Algumas providências têm sido tomadas para solucionar problemas decorrentes da infra-estrutura de irrigação. Ou seja, a tubulação de drenagem instalada no final das linhas laterais foi subdividida em três segmentos para aumentar a eficiência de limpeza do sistema; instalou-se mais um filtro de disco para aumentar o nível de manutenção deles, inclusive do sistema de pré-filtragem; estão sendo feitas clorações a cada 15 dias por um período de seis meses, intervalo este que pode ser aumentado para 30 dias, caso obtenha-se uma melhoria satisfatória do nível de obstrução dos emissores; o uso de fertilizantes com melhor grau de pureza; e outras providências que se façam necessárias.

## Análise de custos

### CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Os custos que compõem a irrigação compreendem os seguintes fatores:

- infra-estrutura hidráulica** – construção de bueiros e estruturas de tomada de água;
- edificações** – construção de casas de bombas e de reservatórios;
- sistema de irrigação** – materiais e equipamentos do pivô central e linear, bem como o politubo para condução de água.

Os custos relativos ao preparo do solo e plantio compreendem os seguintes elementos:

**QUADRO 7 – Resumo dos cálculos do turno de rega (Tr), determinados com base na evapotranspiração da cultura (ETc), eficiência do sistema de irrigação, para o sistema de irrigação por gotejamento, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Evaporação do tanque classe A (mm/dia)	Idade da cana-planta (meses)					
	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10*	10 - 11	11 - 12
	Idade da cana-soca (meses)					
	0 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10*	10 - 11	11 - 12
Tempo de irrigação (h e min)						
5,0	01 e 37	03 e 03	04 e 29	05 e 06	03 e 52	02 e 51
5,5	01 e 48	03 e 24	04 e 59	05 e 40	04 e 18	03 e 10
6,0	01 e 59	03 e 44	05 e 29	06 e 14	04 e 44	03 e 29
6,5	02 e 10	04 e 04	05 e 59	06 e 48	05 e 10	03 e 48
7,0	02 e 21	04 e 25	06 e 29	07 e 22	05 e 36	04 e 07
7,5	02 e 32	04 e 45	06 e 59	07 e 56	06 e 01	04 e 26
8,0	02 e 43	05 e 06	07 e 29	08 e 30	06 e 27	04 e 45
8,5	02 e 54	05 e 26	07 e 59	09 e 04	06 e 53	05 e 04
9,0	03 e 05	05 e 47	08 e 28	09 e 38	07 e 19	05 e 23
9,5	03 e 15	06 e 07	08 e 58	10 e 12	07 e 45	05 e 42
10,0	03 e 26	06 e 27	09 e 28	10 e 46	08 e 11	06 e 01

\* Máximo crescimento vegetativo.

**QUADRO 8 – Resumo dos parâmetros técnicos da operacionalização da irrigação por tipo de sistema de irrigação, Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Discriminação	Unidade	Irrigação por sulcos	Irrigação por pivô central	Irrigação por gotejamento
Produtividade agrícola	T/ha	97,81	129,71	116,38
Volume de água	m <sup>3</sup> /ha.ano	19.957	18.143	16.328
Eficiência de uso de água	Kg/m <sup>3</sup>	4,90	7,15	7,13
Energia elétrica	kWh/ha.ano kWh/t.ano	---	306,00 2,00	323,00 3,00

**QUADRO 9 – Resumo dos custos de implantação dos sistemas de irrigação por sulco e por pivô central na Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Discriminação	Custos de Implantação dos Sistemas de Irrigação (R\$/ha*)				
	Sulco com canal	Sulco com politubo	Pivô central	Pivô linear	Gotejamento
<b>1. Irrigação</b>	<b>450,00</b>	<b>1.513,13</b>	<b>5.869,77</b>	<b>6.562,37</b>	<b>6.242,61</b>
Infra-estrutura hidráulica	450,00	650,00	460,00	1.842,94	0,00
Edificações	0,00	0,00	394,48	0,00	394,48
Equipamentos de irrigação	0,00	863,13	4.719,43	4.719,43	5.552,27
Rede elétrica	0,00	0,00	295,86	0,00	295,86
<b>2. Preparo do solo e plantio</b>	<b>3.246,26</b>	<b>3.246,26</b>	<b>2.872,75</b>	<b>2.872,75</b>	<b>3.246,26</b>
Sistematização	747,03	747,03	373,52	373,52	747,03
Preparo do solo	1.526,31	1.526,31	1.562,31	1.562,31	1.562,31
Plantio	936,92	936,92	936,92	936,92	936,92
<b>3. Total</b>	<b>3.696,26</b>	<b>4.759,39</b>	<b>8.742,52</b>	<b>9.435,12</b>	<b>9.488,87</b>

\*1 US\$ = R\$ 2,90.

**QUADRO 10 – Análise comparativa dos custos de implantação dos sistemas de irrigação por sulco e com pivô central na Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Discriminação	Sistemas de Irrigação por sulcos e com o pivô central (%)				
	Sulco com canal	Sulco com politubo	Pivô central	Pivô linear	Gotejamento
Infra-estrutura de irrigação	7,67	25,78	100	111,80	103,35
Preparo do solo e plantio	113,00	113,00	100	100	113,00
<b>Total</b>	<b>42,28</b>	<b>54,44</b>	<b>100</b>	<b>107,92</b>	<b>108,54</b>

**QUADRO 11 – Custos de produção da cana-de-açúcar da safra 2003/2004, na Usina Agrovale, Juazeiro (BA)**

Discriminação	Unidade	Irrigação por sulcos	Irrigação por pivô central	Relação sulco x pivô
Área cultivada	ha	8.181,06	812,27	—
Produtividade agrícola	t/ha	97,81	129,71	0,75
Volume de água	m³/ha.ano	19.957	18.143	1,10
	m³/t	204,04	139,87	1,46
	R\$/ha	683,27	663,74	1,03
	R\$/t	6,99	5,12	1,37
Energia elétrica	kWh/ha.ano	Inserida no volume	306,00	—
	kWh/t.ano	Inserida no volume	2,00	—
	R\$/ha	Inserida no volume	33,24	—
	R\$/t	Inserida no volume	0,24	—
Mão-de-obra	R\$/ha	251,48	83,79	3,00
	R\$/t	2,57	0,65	3,95
Tratos culturais	R\$/ha	784,71	1.466,69	0,54
	R\$/t	8,34	8,91	0,94
Colheita	R\$/ha	1.084,99	1.084,99	1,00
	R\$/t	10,77	10,77	1,00
<b>Total</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>2.804,45</b>	<b>3.332,45</b>	<b>0,84</b>
	<b>R\$/t</b>	<b>28,67</b>	<b>25,69</b>	<b>1,12</b>

\*1US\$ = R\$ 2,90

- sistematização do terreno;**
- preparo do solo** – que compreende aração e gradagens, dependendo do tipo de solo;
- plantio** – composto de sulcamento, adubação de fundação, corte da semente de cana, enchimento do caminhão e transporte, semeio e picote das varas de cana e cobertura da semente.

Esses custos estão resumidos nos **Quadros 9 e 10**.

Os custos relativos à infra-estrutura do sistema de irrigação por sulcos, que utiliza canais de terra, e ao sistema de sulcos, que utiliza politubo janelado, são da ordem R\$ 450,00/ha e de R\$ 1.313,13/ha, que correspondem a 7,67% e de 25,78%, quando comparados com o sistema de irrigação por pivô central, respectivamente. Quando se consideram os custos com preparo do solo e plantio da cana, observa-se que os custos do sistema de irrigação por sulcos alcançam R\$ 3.246,26/ha, que superam em 13% os correspondentes ao sistema de irrigação por pivô central (**Quadros 9 e 10**). No cômputo geral, os custos totais do sistema de irrigação por sulcos, que utiliza canais de terra e da irrigação por sulcos com politubo, são da ordem de R\$ 3.696,26/ha e de R\$ 4.759,39/ha, correspondendo a 42,28% e 54,44%, respectivamente, em relação ao sistema de irrigação por pivô central (**Quadros 9 e 10**).

### CUSTOS DE PRODUÇÃO

O **Quadro 11** apresenta um resumo dos custos de produção da cana-de-açúcar na Usina Agrovale, correspondente à safra 2003/2004, para os sistemas de irrigação por sulco e por pivô central.

Ao se fazer uma análise comparativa dos custos de produção entre os sistemas de irrigação por sulco e por pivô central, em termos de R\$/tonelada de cana produzida, pode-se constatar que os custos dos componentes: volumes de água, mão-de-obra e tratos culturais correspondentes à irrigação por sulco apresentam-se 37%, 395%, -0,06%, respectivamente, superiores ao do sistema de irrigação por pivô central, enquanto os custos relativos à colheita da cana mostraram-se praticamente iguais para ambos os sistemas de irrigação. Quando se consideram os custos totais, sem a inclusão dos custos de energia na estação de bombeamento principal, observa-se que a cana produzida por meio do sistema de irrigação por sulcos mostra-se 12% maior que no pivô central (**Quadro 11**). Quando se faz uma análise em termos de R\$/ha, verifica-se que os custos das componentes: volumes de água, mão-de-obra e tratos culturais correspondentes à irrigação por sulco apresentam-se 3%, 300%, -0,46%, respectivamente, superiores ao do sistema de irrigação por pivô central, enquanto os custos totais, também, sem a inclusão dos custos de energia na estação de bombeamento principal, mostram-se 16% inferiores na irrigação por sulco, quando comparados com o pivô central (**Quadro 11**).

# Agrovale, um Projeto de Futuro

**CARLOS LAERTE**

CARLOS LAERTE É JORNALISTA DA CLAS COMUNICAÇÃO & MARKETING

Para os profissionais atentos às oportunidades de investimento na região, se a implantação de 300 hectares de uva sem sementes, a partir de 2004, já é uma boa perspectiva de futuro, imagine a aquisição de uma área no Projeto Salitre, em Juazeiro, com 12 mil hectares para constituição de uma nova usina de açúcar e destilaria de álcool, com operacionalização prevista até meados de 2006.

Estes são os planos traçados para os próximos cinco anos pelo engenheiro agrônomo Carlos Gilberto Cavalcanti Farias, diretor superintendente da Agroindústrias do Vale do São Francisco S.A. (Agrovale), empresa considerada hoje a maior empregadora privada do Nordeste, com 4.360 empregos diretos.

Numa área de 15 mil hectares, com uma produção atual de 1.380 milhão de toneladas de cana-de-açúcar, 2.950 milhões de sacas de açúcar e 26 milhões de litros de álcool combustível (anidro e hidratado) e uma estimativa de faturamento em 2003 da ordem de R\$ 115 milhões, a Agrovale é hoje a única a cultivar cana-de-açúcar no Brasil em áreas totalmente irrigadas.

Constituída em 1970 e produzindo a primeira safra dez anos depois, em 1.980 hectares, a Agrovale tem perseguido o desenvolvimento tecnológico, o que lhe tem possibilitado uma das maiores médias de produtividade do mundo, acima de 100 toneladas por hectare. No Dia de Campo, ao ensejo do XIII



FOTO CARLOS LAERTE

Carlos Gilberto Cavalcanti Farias

Conird, a empresa mostrou vários sistemas e ações pioneiras, com áreas de mais de 50 hectares com fertirrigação por gotejamento subterrâneo.

Um outro detalhe que Carlos Gilberto faz questão de evidenciar, também explica os altos índices de produção. “Enquanto no Semi-Árido nordestino, planta-se uma vez e colhe-se entre sete e nove anos, na zona tradicional (São Paulo e Zona da Mata nordestina), plantando também uma vez, colhe-se apenas entre quatro e cinco anos, com uma produtividade de 60 toneladas por hectare”.

Ao ser questionado acerca da rentabilidade desta cultura, o diretor superintendente da Agrovale afirmou ainda que a cana-de-açúcar no Semi-Árido é muito mais rentável, desde que a infra-estrutura de irrigação tenha financiamento a longo prazo. “Pelo menos 20 anos, com juros avaliados no máximo de 8,75% ao ano e com a devida carência do período de implantação”, completou.

A Bahia produz 3.450 milhões de sacas de açúcar e consome 15 milhões de sacas. Quando o assunto é o álcool, são produzidos 50 milhões de litros, dos quais 26 milhões saem da Agrovale e o restante do Recôncavo Baiano. Mas para quem consome 320 milhões de litros, a auto-suficiência ainda vai levar um bom tempo, segundo Carlos Gilberto. “A Bahia só atingirá a auto-suficiência em açúcar e álcool, se instalar entre seis a oito unidades produtoras no Semi-Árido do São Francisco. E isto é possível, desde que o governo federal construa uma infra-estrutura de irrigação para uso comum (canal principal), para que os empresários possam montar as indústrias e implantar a área agrícola irrigada”, concluiu o diretor superintendente, que ainda conta, em produção na Agrovale, com mais 420 hectares de manga tipo exportação.

Quando se analisa o parâmetro mão-de-obra, verifica-se, também, um certo grau de equivalência entre os sistemas de irrigação por pivô e por gotejamento, cuja relação é de 1 homem/dia, para 120 hectares, enquanto para o sistema de sulco com regadeira e politubo janelado são da ordem de 1 homem/dia, para 15 hectares e de 1 homem/dia, para 75 hectares, respectivamente. Ou seja, a irrigação por sulcos com regadeira necessita de uma equipe de operários rurais oito vezes maior que a dos sistemas por aspersão e por gotejamento, enquanto que para o sistema com politubo janelado esta necessidade é de apenas 1,6.

## Vantagens e desvantagens dos sistemas de irrigação

### PIVÔ CENTRAL VERSUS IRRIGAÇÃO POR SULCOS

O sistema de irrigação por pivô central apresenta as seguintes vantagens em relação ao sistema de irrigação por sulcos:

- mão-de-obra: 1 homem/dia para cada 118 hectares, sob irrigação por pivô central contra 1 homem/dia, para cada 15 hectares, sob irrigação por sulcos;
- produtividade agrícola: 129,71 t/ha no pivô central versus 97,81 t/ha na irrigação por sulcos;
- longevidade da cana: obtenção de produtividade aceitável de cana com oito folhas, sob pivô central contra apenas seis sob irrigação por sulcos;
- atividades mecanizadas: maior operacionalidade das práticas de preparo do solo, adubação, controle de plantas daninhas, colheita entre outras no sistema por pivô, que no sistema por sulcos;
- operacionalidade: maior controle das atividades mecanizadas (preparo do solo, adubação, controle de plantas daninhas, colheita etc.) e maior eficiência de irrigação.

Dentre as desvantagens que a irrigação por pivô apresenta em relação ao sistema de irrigação por sulcos, destacam-se as seguintes:

- perda de área: a irrigação por pivô condiciona uma perda de área da ordem de 15%, quando comparada com o sistema de irrigação por sulcos;
- custo inicial de implantação: em termos médios, o custo de implantação mostra-se 48,66% mais elevado que para a irrigação por sulcos;
- custo adicional: para pressurização do sistema de irrigação por pivô central, manutenção eletromecânica, elevação das torres de 3,5 a 5 m para o pivô não canavieiro e cascalhamento do caminho do sistema de rodagem das torres do pivô e das estradas para tombamento da cana

é da ordem de R\$ 0,24/t;

- vida útil do equipamento: corrosão das tubulações decorrente do uso da técnica da fertirrigação tende a aumentar os custos de manutenção, bem como reduzir a vida do equipamento (não se tem utilizado a técnica da fertirrigação no sistema de pivô central);
- classe de solo: restringe a instalação do pivô central em solos da classe Vertissolo.

### IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL VERSUS POR SULCOS

O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial apresenta as seguintes vantagens em relação ao sistema de irrigação por sulcos:

- operação do sistema de irrigação: 1 homem/dia para cada 124 hectares sob irrigação por gotejamento contra 1 homem/dia para cada 15 hectares, sob irrigação por sulcos;
- eficiência de uso de água: 7,13 kg/m<sup>3</sup> sob gotejamento contra 4,90 kg/m<sup>3</sup> sob irrigação por sulcos;
- redução de mão-de-obra: nos tratos culturais, adubação;
- produtividade agrícola: 116,38 t/ha no gotejamento versus 97,81 t/ha na irrigação por sulcos.

Dentre as desvantagens que a irrigação por gotejamento apresenta em relação ao sistema de irrigação por sulcos, destacam-se as seguintes:

- custo de implantação: elevado;
- custo de manutenção: elevado (sistema enterrado);
- risco de obstrução do sistema de irrigação: elevado;
- adubação: necessidade do uso de fertilizantes solúveis.

### Considerações finais

O sucesso da produção álcool-açúcar, a partir da cana-de-açúcar irrigada, sob a responsabilidade da empresa Agrovale, desponta como uma alternativa em potencial para as áreas irrigadas, principalmente da região do Submédio São Francisco. Isto é decorrente das peculiaridades edafoclimáticas do Semi-Árido nordestino, que aliadas à disponibilidade hídrica e à utilização de tecnologias de irrigação, tornam a região competitiva em relação a outras regiões produtoras de cana-de-açúcar do país.

A implementação dos projetos de irrigação que se encontram paralisados ou mesmo em ritmo lento de implantação, bem como de novos projetos, pode-se constituir num dos principais fatores de desenvolvimento do agronegócio na região Semi-Árida do Nordeste brasileiro, em que a cana-de-açúcar irrigada destaca-se como uma excelente opção. ■