

A AVIAÇÃO AGRÍCOLA NA ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

ASPECTOS DA TECNOLOGIA UTILIZADA

Marcos Vilela de M. Monteiro
José Carlos Christofolletti

SUMMARY

Sugar cane is cultivated in a large area extends and experiments actually a continuous expansion, tends to be an important market for the Brazilian agricultural aviation industry. Aviation was first introduced in the season 1975/76 in an area of 10.000 ha and the aerial application of fertilizers at São José Sugar Mill, in Macatuba, State of São Paulo, was considered both agronomically efficient and economically viable. In the season 1978/79, only in the region of Lençóis Paulista (State of São Paulo), more than 140.000 ha were fertilized by air, the total cost being approximately 22 millions of cruzeiros (roughly half million dollars).

Application to correct Nitrogen were made with urea applied from 50 to 70 kilos per hectare. Corrections for Potash have been made with potash chloride at the dosages of 70 to 100 kilos per hectare. For multiple corrections, mixtures are formulated of both fertilizers in accordance with the demands. Due to the difficulties to furnish Phosphorus by ground applications this correction is made by foliar application with the liquid fertilizer formulations 10-08-08 and 12-10-08.

Applications timing is guided by the diagnosis made by the Foliar Analysis Laboratory, the diagnosis and recommendations are made by a team of experts.

The application of fertilizers both granular and liquids are made by following basic parameters established for the chemicals and for the different dosages. These parameters compose the APPLICATIONS SYSTEMS, developed by AVAL - Aviação Agrícola Lençóis Ltda. Application of solid fertilizers are made according with the Systems AV-S-70 and AV-S-100 and of liquid fertilizers according with the System AV-M-50.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna dispõe de uma variedade bastante grande de máquinas e implementos agrícolas, que facilitam as principais operações agrícolas. É dentre as máquinas de que o agricultor pode lançar mão na atualidade para melhor conduzir a sua cultura, está o avião. O emprego de aeronaves na agricultura foi iniciado há mais de meio século. Desde então, as aeronaves foram de um modo gradual e contínuo, tendo atuação em muitas das fases da produção agrícola, de modo especial na proteção das plantas contra as pragas e doenças.

As vantagens do uso de aviões agrícolas estão principalmente na sua rapidez de atuação e na possibilidade da sua utilização onde e quando os meios de transporte não têm possibilidade de fazê-lo.

2. A AVIAÇÃO AGRÍCOLA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A aviação agrícola é, atualmente, uma área de tecnologia avançada a serviço da agricultura, sendo utilizada na cultura canavieira no mundo inteiro, na aplicação de herbicidas, adubos e maturadores, na defesa fitossanitária, em le

vantamentos fotográficos e em inspeções de rotina.

As estatísticas brasileiras, seguindo as tendências mundiais, demonstram com clareza o desenvolvimento cada vez maior do emprego de aviões na aplicação de herbicidas e adubos. Essa mudança se deve às maiores dimensões e regularidade de desses mercados para a aviação agrícola, embora requeiram infra-estrutura bem mais complexa e técnica mais sofisticada no apoio das aplicações.

A necessidade do aumento da produtividade dos canaviais invoca o emprego de técnicas cada vez mais sofisticadas no controle de ervas daninhas e aplicação de nutrientes, as quais, em virtude da exiguidade de tempo, das extensões das áreas cultivadas e das características morfológicas e culturais da cana-de-açúcar, somente podem ser viabilizadas com o emprego do avião.

Entre as culturas econômicas do Estado de São Paulo, a cana-de-açúcar é, talvez, a que mais necessita das aplicações de produtos químicos por avião, por apresentar:

- a) grande extensão territorial cultivada e em expansão, como o PRÓ-ÁLCOOL
- b) acúmulo de demanda de mão-de-obra nos meses de agosto a dezembro
- c) necessidade de intervenção rápida no controle de ervas daninhas no período das chuvas
- d) marcha de absorção de nutrientes intensificada na fase adulta
- e) impossibilidade de utilização de tratores para a aplicação de nutrientes no período de maior demanda
- f) estrutura morfológica da planta favorável à captação de fertilizantes aplicados por avião e aptidão para a absorção por via foliar, e
- g) infra-estrutura física e administrativa de alto nível para o apoio às operações aeroagrícolas.

Com a finalidade de desenvolver a aviação agrícola brasileira e de colocar ao alcance dos agricultores essa moderna área de tecnologia agrícola, o Conselho Monetário Nacional autorizou a inclusão dos serviços de aviação agrícola no rol dos Insumos Modernos. Através da Portaria nº 212, do Banco Central, são realizados os financiamentos dessas operações que possibilitam, aos agricultores o pagamento desses serviços depois de colhidos os resultados altamente compensadores da utilização dessa técnica.

A exemplo do que acontece na maioria dos países canavieiros, principalmente após a alta dos fertilizantes, e considerando-se os problemas de absorção de fósforo pelas raízes das soqueiras nas condições locais, torna-se necessário e urgente o desenvolvimento e o emprego das técnicas de aplicação de fertilizantes por via aérea, que proporcionam maior economia dos produtos químicos e o aumento da produtividade, pela colocação dos adubos certos e nos períodos críticos de demanda em que a planta mais os necessita.

3. RESULTADOS DA ADUBAÇÃO AÉREA OBTIDOS NO TRIÊNIO 1975/1978

Os primeiros resultados obtidos no Brasil com essa técnica tiveram a sua origem nos trabalhos realizados nas lavouras da Usina São José, Município de Lençóis Paulista - SP - na safra 1975/76 e foram relatados no IV Seminário COPERSUCAR da Agroindústria Açucareira, realizado em Águas de Lindóis - SP - em abril de 1976. Foi observado, nesse primeiro ano de aplicação da aviação agrícola na cultura da cana-de-açúcar, um alto grau de eficiência agrônômica e grande rentabilidade econômica. Os resultados do aumento da produtividade obtidos na Usina São José, na safra 1975/76, estão resumidos no Quadro nº 1.

Para a obtenção desses dados, foram consideradas as áreas aplicadas em comparação com testemunhas, em condições idênticas de cultivo. Provavelmente outros fatores também interferiram nos resultados agrônômicos, provocando variações entre os diferentes tratamentos. Existem, em alguns casos, diferenças muito grandes de produtividade entre os tratamentos, principalmente pela variação do tipo de solo e umidade, características da região.

QUADRO 1 - Resultados de Produtividade Obtidos na Usina São José, na Safra de 1975/76

FAZENDA	LOTE	QUADRA-VARIEDADE	IDADE	PRODUÇÃO (tón/alq)		
				TESTEM.	APLICA.	DIF.
SEDE	57	02-03 CB-47-355	2º c.	153,30	168,03	14,73
CACHOEIRA ..	05	06 NA-56- 62	3º c.	139,30	200,40	61,10
STº ANTÔNIO	03	03-12 CB-40- 77	3º c.	159,20	177,10	17,90
PATOS	16	18-19 NA-56- 62	A. M.	188,70	205,60	16,90
GRANJA	05	01 CB-47-355	2º c.	146,50	184,75	38,25
BUENO	57	01 CB-56-126	A. M.	147,90	172,80	24,90
PRATA	03	10 IAC-51-205	2º c.	145,30	179,50	34,20
PRATA	08	parte CB-40- 13	A. M.	240,50	313,60	73,10
MÉDIAS				165,08	200,22	35,14

De forma geral, nota-se que houve diferenças economicamente significativas entre as áreas que receberam adubação aérea (granulada e foliar) e suas respectivas testemunhas. Os trabalhos de coleta de dados foram executados pelo corpo técnico da Usina e fazem parte do Relatório Anual do Departamento Agrícola da mesma.

Os bons resultados obtidos em 10.000 hectares de cana-de-açúcar na safra 1975/76, estimularam as aplicações comerciais na safra 1976/77, tendo sido aplicada a técnica de correção de deficiências nutricionais em uma área superior a 50.000 hectares entre as culturas da Usina São José e Usina Barra Grande, esta no município de Lençóis Paulista.

Através de comparações com testemunhas, significativas do ponto de vista comercial, foram determinados na safra 1976/77, os aumentos de produtividade agrícola e os aumentos de produção industrial (açúcar recuperado) na Usina São José. Esses resultados são mostrados no Quadro nº 2.

QUADRO 2 - Aumento de Produtividade e de Açúcar Recuperado em Função do Tipo de Adubação, Obtido na Safra 1976/77, na Usina São José

TIPO DE ADUBAÇÃO	PRODUTIVIDADE (ton/alq.)			AÇÚCAR RECUPERADO		
	TRAT.	TESTEM.	%	TRAT.	TESTEM.	%
POTÁSSICA	180,1	158,2	14,1	104,00	102,60	1,36
FOLIAR (Oleosa)	185,0	153,0	22,9	104,49	100,05	4,40
FOLIAR (Oleosa) e POTÁSSICA ...	191,3	155,1	25,0	92,80	85,80	8,16

Essa técnica também foi introduzida na região canavieira de Ribeirão Preto, na Usina Amália, município de Santa Rosa do Viterbo, na safra 1977/78. Os dados de aumento de produtividade obtidos nessa usina estão resumidos no Quadro nº 3.

QUADRO 3 - Resultados de Aumento de Produtividade Obtidos com a Aplicação de Fertilizantes por Via Aérea em Cana-de-Açúcar, na Usina Amália, na Safra 1977/78

LOCAL	TIPO DE ADUBAÇÃO	PRODUÇÃO TRATADA		PRODUÇÃO TESTEMUNHA		AUMENTO DE PRODUÇÃO	
		ton/alq.	ton/ha.	ton/alq.	ton/ha.	ton/alq.	% testem.
8a. secção Zona - D -	Foliar líquido	176,76	73,04	163,95	67,74	5,3	7,8 *
13a. secção Zona - D -	" "	206,67	85,4	179,38	74,12	11,27	15,2
4a. secção Zona - G -	" "	153,15	63,28	103,58	42,80	20,47	47,80
12a. secção	" "	162,06	66,96	129,73	53,60	13,35	24,91
GUT	Cloreto Potássio - Sólido	217,32	89,60	153,59	63,46	26,33	41,49
GUT	" "	133,39	55,11	111,36	46,01	9,09	19,70
15a. secção Zona - A - talhões 3,4,5	" "	153	63,22	131	54,13	9,08	16,78
MÉDIAS	-	-	70,97	-	57,40	13,56	23,62

O sucesso técnico e econômico da aplicação da aviação agrícola na cultura canavieira, de forma organizada e com o apoio da Diagnose Foliar, expandiu-se para outras outras e já na safra do ano agrícola 1976/77, cerca de uma dúzia de aviões se dedicavam à aplicação de produtos químicos agrícolas nas regiões de Lençóis Paulista, Macatuba, Ribeirão Preto, Pirassununga, Jaú, Dois Córregos, Po recatu (PR) e Rio Verde (GO). Já na safra 1977/78, pelo menos 11 empresas especializadas em avião agrícola operaram sua frota na cultura da cana-de-açúcar, movimentando cerca de 40 aeronaves.

Considerando-se que na safra 1975/76 o número de aeronaves se restringia a 8 aviões, pertencentes a 3 empresas, observa-se uma evolução muito rápida da aplicação da aviação agrícola na cultura da cana-de-açúcar, o que sempre decorre das vantagens econômicas decorrentes dessa técnica. Essa evolução pode ser verificada na Figura nº 1, que mostra o aumento da área tratada na região de Lençóis Paulista, enquanto que a Figura nº 2 mostra o montante de investimento para a realização dessa atividade.

4. INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE A APLICAÇÃO AÉREA DE FERTILIZANTES E SUA EVOLUÇÃO NO TRIÊNIO 1975/1978

O processo de correção de deficiências nutricionais na cultura da cana de-açúcar, através da análise foliar, diagnose e adubação aérea, tem a sua posição fortalecida à medida que crescem as áreas tratadas e aumenta o volume de informações sobre a técnica.

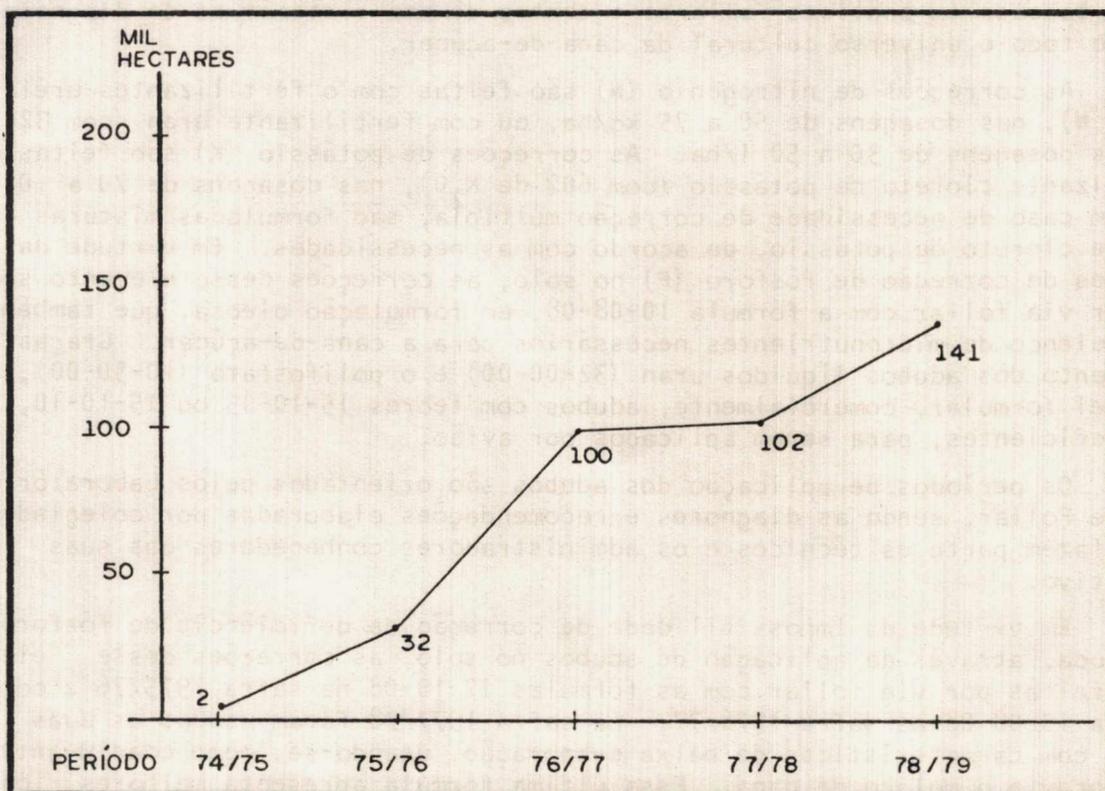


FIGURA 1 - Aumento da área tratada pela aviação agrícola na cultura de cana de açúcar, na região de lençóis Paulista.

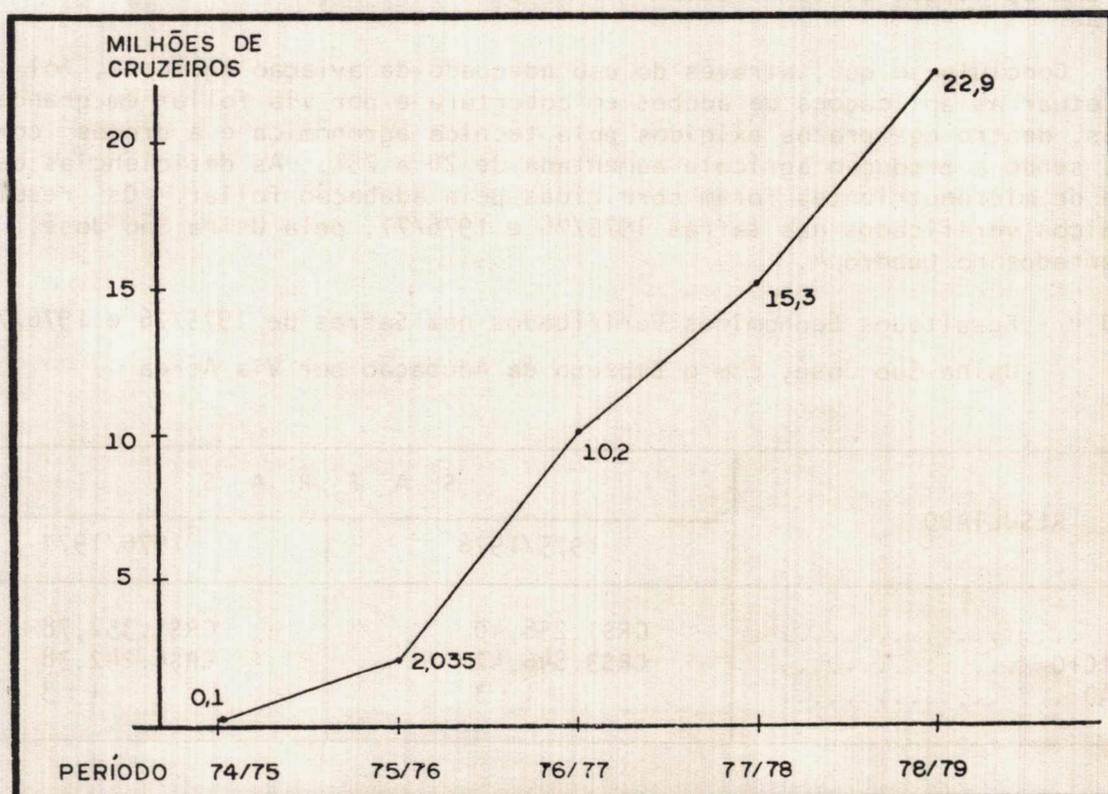


FIGURA 2 - Aumento dos investimentos para a atividade de aviação agrícola na cultura da cana de açúcar na região de Lençóis Paulista.

A adubação complementar aérea mostra-se uma técnica rentável e eficaz, quando baseada em análises foliares e dentro de uma sistemática de diagnose que enfoque todo o universo cultural da cana-de-açúcar.

As correções de nitrogênio (N) são feitas com o fertilizante uréia (com 45% de N), nas dosagens de 50 a 75 kg/ha, ou com fertilizante uran (com 32% de N), nas dosagens de 30 a 50 l/ha. As correções de potássio (K) são feitas com o fertilizante cloreto de potássio (com 60% de K₂O), nas dosagens de 70 a 100 kg/ha. Em caso de necessidade de correção múltipla, são formuladas misturas de uréia e cloreto de potássio, de acordo com as necessidades. Em virtude das dificuldades de correção de fósforo (P) no solo, as correções desse elemento são feitas por via foliar com a fórmula 10-08-08, em formulação oleosa, que também contém o elenco de micronutrientes necessários para a cana-de-açúcar. Graças ao lançamento dos adubos líquidos uran (32-00-00) e o polifosfato (10-30-00), será possível formular, comercialmente, adubos com teores 15-10-05 ou 15-10-10, altamente eficientes, para serem aplicados por avião.

Os períodos de aplicação dos adubos são orientados pelos Laboratórios de Análise Foliar, sendo as diagnoses e recomendações elaboradas por colegas dos quais fazem parte os técnicos e os administradores conhecedores das suas áreas de cultivo.

Em virtude da impossibilidade de correção da deficiência de fósforo em cana soca, através da aplicação de adubos no solo, as correções desse elemento foram feitas por via foliar com as fórmulas 12-10-08 na safra 1975/76 e com a fórmula 10-08-08 na safra 1976/77; na safra 1977/78 foram usadas as duas formulações com características de baixa evaporação, usando-se, como coadjuvantes, o óleo spray e o melão de cana. Essa última fórmula apresenta melhores características físico-químicas do que a primeira, sendo a mais adequada para a aplicação aérea.

De uma maneira geral, são efetuadas duas aplicações aéreas de adubos granulados nas quantidades de 70 a 100 kg/ha, para a correção de nitrogênio e potássio e uma aplicação aérea de adubo foliar para a correção de fósforo e micronutrientes.

Concluiu-se que, através do uso adequado da aviação agrícola, foi possível efetuar as aplicações de adubos em cobertura e por via foliar em grandes extensões, dentro dos prazos exigidos pela técnica agrônoma e a preços compensadores, sendo a produção agrícola aumentada de 20 a 25%. As deficiências de fósforo e de micronutrientes foram corrigidas pela adubação foliar. Os resultados econômicos verificados nas safras 1975/76 e 1976/77, pela Usina São José, são apresentados no Quadro 4.

QUADRO 4 - Resultados Econômicos Verificados nas Safras de 1975/76 e 1976/77, na Usina São José, com o Emprego da Adubação por Via Aérea

RESULTADO	S A F R A S	
	1975/1976	1976/1977
CUSTO	CR\$1.258,40	CR\$1.352,78
BENEFÍCIO	CR\$3.846,42	CR\$4.242,38
RELAÇÃO	1 : 3	1 : 3

5. ANÁLISE TÉCNICA DA APLICAÇÃO AÉREA

Os aspectos técnicos das aplicações aéreas estão em contínua evolução. As seguintes considerações baseiam-se em resultados operacionais e nas pesquisas

realizadas pelo Departamento Técnico da AVAL - Aviação Agrícola Lençóis Ltda, , através dos quais foram estabelecidos vários parâmetros básicos que devem ser obedecidos para uma boa aplicação.

5.1. Aplicação de Adubos por Via Sólida

A técnica de aplicação de adubos em cobertura é o espalhamento dos fertilizantes em área total, sendo que, para esse tipo de voo, os parâmetros básicos foram estabelecidos para as dosagens de 70 e 100 kg/ha nos SISTEMAS DE APLICAÇÃO AV-S-70 e AV-S-100. Primeiro, estabelecidos para as aeronaves Ipanema; foram depois modificados para aviões maiores, como os Thrush Commander, de fabricação norte-americana (itens 6.1 e 6.2). O equipamento de aplicação é a distribuidora para sólidos TETRAER, usada pela primeira vez no Brasil, na safra 1976/77, possibilitando um aumento de rendimento operacional da ordem de 50% na aeronave agrícola Ipanema EMB-201 e 28% na aeronave agrícola Thrush Commander S-2R, em comparação com o equipamento convencional.

5.2. Aplicação de Adubos por Via Líquida

A técnica de aplicação de adubos foliares usada é a atomização leve (light atomization). Devido à solicitação de maiores quantidades de adubos foliares por hectare, os parâmetros foram estabelecidos para uma aplicação da ordem de 50 l/ha, no SISTEMA DE APLICAÇÃO AV-M-50 (item 6.3). O equipamento de aplicação usado é o atomizador rotativo MICRONAIR, modelo AU-3000, com seis unidades instaladas nas aeronaves Ipanema e oito unidades em aeronaves Thrush Commander.

Com essa técnica, é possível aplicar volumes entre 50 e 60 litros por hectare, sem comprometer o rendimento operacional das aeronaves e sem elevar substancialmente os custos das aplicações. Aplicando-se de 50 a 60% a mais de adubo por hectare que as técnicas convencionais, há a necessidade de otimizar a infra-estrutura operacional na logística de abastecimento de líquido nas pistas e na operação de abastecimento da aeronave, necessitando-se de "containers" especiais de grande volume e de moto-bombas mais potentes, com vazões entre 1.000 e 1.500 litros por minuto.

6. SISTEMAS DE APLICAÇÃO

A experiência tem mostrado que para o sólido desenvolvimento da aviação agrícola, é de grande importância manter os padrões de qualidade das aplicações, para que os clientes possam confiar nos trabalhos realizados. Um trabalho bem feito, em termos de dosagem e uniformidade de distribuição do produto aplicado é função da utilização adequada do equipamento e da técnica indicada. Para cada tipo de aplicação e para cada volume aplicado, vários parâmetros devem ser obedecidos para que um bom resultado possa ser obtido.

Os valores e informações básicas dos Sistemas de Aplicação que se seguem utilizados para a aplicação de fertilizantes, são frutos da experiência de longos anos de atividade profissional e de pesquisas desenvolvidas pelos autores em aviação agrícola. Esse trabalho continua sendo desenvolvido na AVAL - AVIAÇÃO AGRÍCOLA LENÇÓIS LTDA., buscando atender à sempre crescente necessidade de novos tipos e dosagens de aplicação em mercados já consagrados ou em novas áreas de atuação. Os sucessos técnicos, operacionais e econômicos, obtidos nos três anos de implantação desse sistema de trabalho organizado e aferido, animam a prosseguir e aprimorar a técnica dos SISTEMAS DE APLICAÇÃO EM AVIAÇÃO AGRÍCOLA.

6.1. Aplicação por Via Sólida - Sistema AV-S-70

- a) Sistema: Alto volume
- b) Código: AV-S-70
- c) Dosagem de Aplicação: 70 kg/ha
- d) Aeronaves: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A e Thrush Commander S-2R

- e) Equipamento: Distribuidora para sólidos TETRAER
- f) Alterações no Equipamento: A posição da chapa de base da Tetraer deve ficar numa posição de 2^o a 3^o picada, em relação à linha do vôo reto horizontal.
- g) Faixa de Deposição Efetiva: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A: 20 metros
Thrush Commander S-2R: 25 metros
- h) Calibração: Abertura da tampa inferior do tanque para proporcionar as vazões: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A (velocidade de vôo 110 mph): 413 kg/min.
Thrush Commander S-2R (velocidade de vôo de 110 mph): 515 kg/min.
- i) Altura de Vôo: Acima de 40 metros
- j) Velocidade Máxima de Vento: Não há limitação de velocidade
- k) Temperatura Máximo do Ar: Não há limitação de temperatura
- l) Restrições: Evitar aplicações em períodos chuvosos, devido ao empedramento dos adubos. Não aplicar adubos em períodos de baixa umidade relativa (abaixo de 50%), uma vez que pode ocasionar queimadura da bainha das folhas. Esse sistema não deve ser usado em áreas a mais de 5 km de distância da pista.
- m) Recomendações: Lavar o equipamento e o avião após cada período de operação, para evitar corrosão.

6.2. Aplicação por Via Sólida - Sistema AV-S-100

- a) Sistema: Alto volume
- b) Código: AV-S-100
- c) Dosagem de Aplicação: 100 kg/ha
- d) Aeronaves: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A
Thrush Commander S-2R
- e) Equipamento: Distribuidora para sólidos TETRAER
- f) Alterações no Equipamento: A posição da chapa de base da Tetraer deve ficar numa posição de 2^o a 3^o picada, em relação à linha de vôo reto horizontal.
- g) Faixa de Deposição Efetiva: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A: 20 metros
Thrush Commander S-2R: 25 metros
- h) Calibração: Abertura da tampa inferior do tanque para proporcionar as vazões: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A (velocidade de vôo de 110 mph): 590 kg/min
Thrush Commander S-2R (velocidade de vôo de 110 mph): 735 kg/min
- i) j), k), l) e m) - Os mesmos do ítem 6.1

6.3. Aplicação por Via Líquida - Sistema AV-M-50

- a) Sistema: Alto volume
- b) Código: AV-M-50
- c) Dosagem de Aplicação: 50 l/ha
- d) Aeronaves: Ipanema EMB-201 e EMB-201-A
Thrush Commander S-2R
- e) Equipamento: Atomizador Rotativo MICRONAIR AU-3000
Ipanema EMB-201 e EMB-201-A: 6 unidades
Thrush Commander S-2R: 8 unidades
- f) Alterações no Equipamento: Usar difusor de médio e alto volume. Retirar o alojamento e sistema de fecho rápido, fechando-se o final do eixo de alimentação. Não usar filtros de linha no circuito do avião. Retirar o VRU, dando passagem direta do líquido.

- g) Pressão de Trabalho: 30 a 40 lb/pol²
- h) Ângulo das Pás do Micronair: 40°
- i) Faixa de Deposição Efetiva: Ipanema EMB-201 e 201-A: 20 metros
 Thrush Commander S-2R: 25 metros
- j) Vazão Total do Equipamento: Ipanema EMB-201 e 201-A (velocidade de 110 mph): 295 l/min
 Thrush Commander S-2R (velocidade de 100 mph): 335 l/min
- k) Altura de Vôo: 8 metros
- l) Velocidade Máxima de Vento: 10 mph = 16 km/h
- m) Temperatura Máximo do Ar. 30°C
- n) Restrições: Não operar sem filtragem prévia antes do carregamento do avião. Não operar com umidade relativa do ar abaixo de 60%.
- o) Recomendações: Este sistema é recomendado para a aplicação de adubos foliares em cana-de-açúcar, pastagens, florestas, pomares cítricos, milho etc. Requer abastecimento rápido e circuito do avião com retorno para agitação. O equipamento deve ser lavado após cada período de operação.