



PROPPG

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - UFRRJ



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Procedimento operacional padrão – POP 2017 / 2018 Laboratório e instrumentos de espectrorradiometria

Autores e responsáveis:

Bolsista: Gabriela Corrêa Valente

E-mail: gabivalente.ufrj@gmail.com

Doutorando: Yuri Andrei Gelsleichter

E-mail: yuriplanta@gmail.com

Professor: Mauro Antonio Homem Antunes

E-mail: homemantunes@gmail.com

Professora: Lúcia Helena Cunha dos Anjos

E-mail: lanjorural@gmail.com

Este Procedimento Operacional Padrão (POP) foi desenvolvido um para a utilização do Laboratório (LabSpec) e os instrumento de Espectrorradiometria na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

O conhecimento deste POP é pré-requisito para a utilização do laboratório. E se faz necessário para a conservação, organização, manutenção e operação do laboratório e dos equipamentos.

1.1.1 Regras para utilização do laboratório

Expressamente proibido:

- Plugar pen-drives ou mídia sem verificação prévia por anti-vírus em computador externo;
- Instalar qualquer software no computador;
- Mudar idioma do computador;
- Guardar notebook com a bateria;
- Entrar no laboratório com alimentos e bebidas;

Importante: Caso alguma fibra ótica apresente problema deve ser comunicado antes do uso do equipamento.

1.1.2 Operações prévias ao uso do laboratório

- Reservar previamente o laboratório com os técnicos;
- Limpar a mesa em que será montado o equipamento;
- Organizar fluxograma de trabalho;
- Verificar através do check-list, que se encontra como no item 3.10, se todos os equipamentos encontram-se no laboratório, caso contrário comunicar o responsável pelo laboratório antes do uso do mesmo.

1.1.3 Montagem do equipamento

1.1.3.1 Montagem em ambiente controlado (dentro do LabSpec)

- Montar tripés (fonte luminosa e sensor) caso seja utilizado o FieldSpec Pistol Grip;
- Calcular a distância que o sensor FieldSpec Pistol Grip deve ter em relação à amostra (Figura 1, 2, 3). Para uma amostra em uma placa de petri de 9 cm de diâmetro a

área será de 0,6 dm², conforme a fórmula $A=\pi \cdot r^2$, portanto a distância da pistol grip até a amostra deve ser 20 cm, conforme a fórmula $A= \pi \cdot [\tan (\alpha/2) \cdot d]^2$

Em que:

A = área da placa de petri utilizada ou área a ser medida

α = ângulo de leitura do sensor FieldSpec pistol grip

d = distância do sensor FieldSpec pistol grip até a amostra

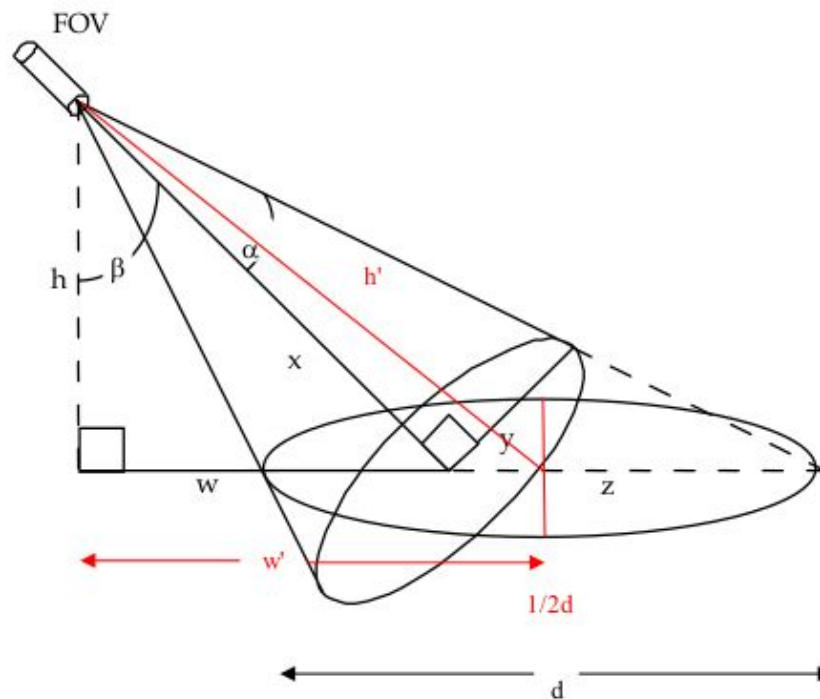
- Calcular a distância da fonte luminosa em relação à amostra. A fonte luminosa utilizado no laboratório é o Illuminator reflectance lamp, que incide um feixe de luz bem definido que maximiza a quantidade de energia da luz em uma área da amostra e minimiza a luz dispersa das superfícies circundantes. Através da lei dos senos, analisa-se o diâmetro da placa em que se encontra a amostra e obtêm-se a distância confiável da fonte luminosa até a amostra e o ângulo em relação ao nadir;

- O FieldSpec Pistol Grip tem um nível de bolha que irá confirmar se o equipamento se encontra à 90° do plano em que contém a amostra (ângulo de desvio da vertical se torna zero);

- Posicionar a amostra em um local pré determinado, no experimento realizado utilizou-se suportes fixos para que as placas de petri de todas as amostras manuseadas não sofressem alterações em sua posição de leitura.

Todos os Manuais de operação podem ser encontrados em: [Manuais ASD](#)

Approximating Spot Size



$$\arctan(y/x) = \alpha = (\text{FOV full angle})/2$$

$$y/x = \tan \alpha$$

$$y = x \tan \alpha$$

$$z + w = h \tan (\beta + \alpha)$$

$$w = [h \tan (\beta + \alpha)] - z$$

and

$$w = h \tan \beta$$

Therefore:

$$z = h [\tan (\beta + \alpha) - \tan (\beta)], \text{ this is actually } (w+z) - w.$$

$$\text{Also } w = \text{square root of } (x^2 + h^2 - 2xh \cos \beta)$$

Diameter of oblique ground target:

$$\text{Diameter} = h [\tan (\beta + \alpha) - \tan (\beta - \alpha)]$$

EXAMPLE:

1 degree FOV Tube at $x = 2$ meters from perpendicular target (small ellipse):

$$y = (2 \text{ meters}) \tan (0.5 \text{ deg}) = 0.0175 \text{ meters} = 1.75 \text{ cm}$$

So, for a perpendicular target the spot has a diameter of 3.5 cm

EXAMPLE:

Suppose we were limited to a 12.7 x 12.7 cm (.127 x .127 m) oblique target. So, to be on the safe side we will want $z = 0.635$ m. For $h = 1$ meter, $\beta = 45$ deg, 1 degree foreoptic:

$$w = [h \tan (\beta + \alpha)] - z = [\tan (45.5 \text{ deg})] - 0.635 \text{ meters} = 0.38 \text{ m}$$

$$\text{Also, in this case } x^2 = h^2 + w^2 = 1.144$$

$$w' = (w + z) - \frac{1}{2}d$$

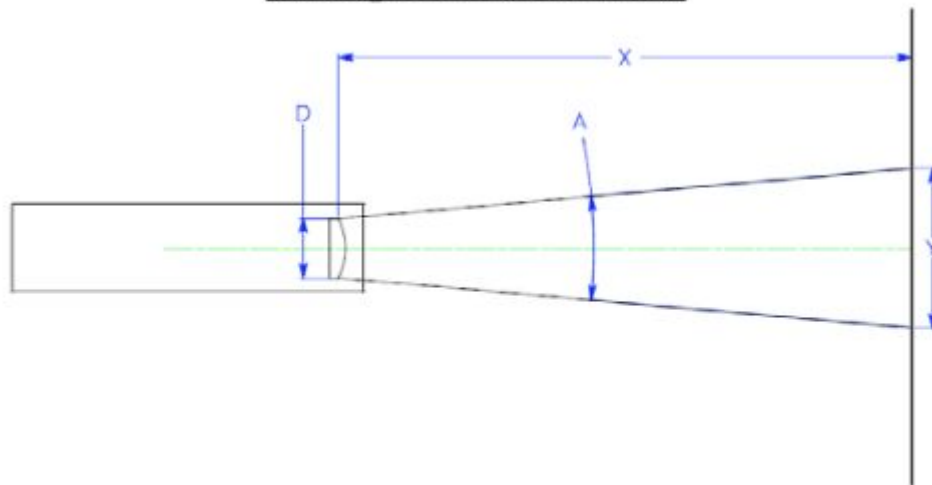
$$h' = \sqrt{h^2 + w'^2}$$

Semi-minor axis =

$$2(h' \tan 12.5^\circ)$$

Figura 1: Como configurar os ângulos de leitura. Fonte: FieldSpec 4 User Manual.

Foreoptic Field-of-View



D = effective diameter of foreoptic lens

A = foreoptic's angular field-of-view

X = distance to viewed surface

Y = diameter of field-of-view

Near Field (less than 1 meter):

$$Y = D + 2 * X * \tan(A/2)$$

Far Field (greater than 1 meter):

$$Y = 2 * X * \tan(A/2)$$

Values of 'D' (in mm) for ASD Foreoptics:

	FR	VNIR	HH
1°	44.1	17.7	8.6
2°		9.7	
3°	16.5	7.0	
3.5°			3.4
4°		5.7	
7.5°			2.3
8°	7.9	3.7	
10°	6.8	3.3	2.0

Figura 2: Como configurar os ângulos de leitura. Fonte: Documento: *1 - RS Instrumentation.pdf*.

Illuminator closer than this will result in irradiance levels that exceed typical sunlight levels and may modify the reflectance characteristics of the sample.
 For all other samples, ensure that the front face of the Illuminator is positioned at least 30 cm (12 inches) from the target. A position closer than 30 cm (12 inches) may result in an unacceptable level of sample heating.
 To properly position the light source and fiber optic cable, use Table 2.1 and Figure 2.1.

Table 2.1: Light source and fiber optic cable positioning

Height of light source, cm (A)	Illuminated spot diameter, cm (nadir illumination) (B)	Maximum distance of FOV, cm (viewing 80% of illuminated diameter) (C)
30	6.3	6.3
40	8.4	8.3
50	10.5	10.4

For a more complete table and calculations, see "Appendix A, Field of View Calculations" on page 11.

Notes:

Measure maximum field-of-view (FOV) distance from either the tip of the bare fiber optic cable or the lens of the fore optic attachment.

The calculations assume that the centerline of the field of view is aimed at the center of the light source's beam.

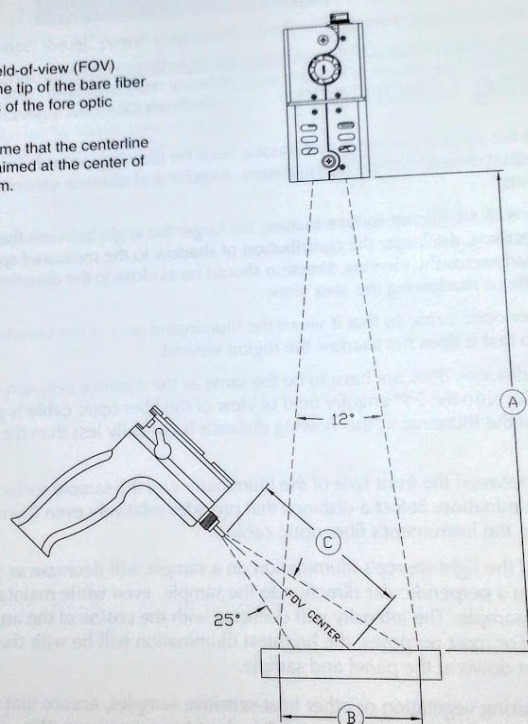


Figure 2.1: Light source and fiber optic cable positioning

Figura 3: Como configurar os ângulos de leitura. Fonte: Manual impresso que acompanha o equipamento.

1.1.3.2 Montagem em ambiente natural (fora do LabSpec)

- Carregar as duas baterias até completar a carga;
- Carregar o notebook;
- Organizar fluxograma de trabalho;
- Conferir check-list de equipamentos que devem ser levados à campo;

- Montar o espectrorradiômetro na mochila tomando os devidos cuidados com o aparelho, e em especial com a fibra óptica.

1.1.4 Operacionalização

1.1.4.1 Operacionalização precedente

- Verificar disjuntores;
- Plugar na tomada e ligar nobreak;
- Ligar notebook;
- Ligar espectrorradiômetro;
- Ligar o FS4 no interruptor On / Off que está localizado na parte traseira do dispositivo;
- Aguardar 30 minutos para o aquecimento (atingir a temperatura de trabalho);

1.1.4.2 Operacionalização com Pistol Grip

O Pistol Grip é comumente utilizado para realizar leituras dentro ou fora de laboratórios, sendo que em ambientes controlados é necessário que se utilize o iluminador de fibra óptica, que é uma fonte de luz externa portátil projetada utilizada com instrumentos que não possuem fonte de luz integrada (Malvern Panalytical, 2018).

Para a manipulação do Pistol Grip segue as seguintes instruções:

- Quando o FS4 tiver atingido o tempo necessário para medir, retire cuidadosamente o cabo de fibra óptica do armazenamento superior. Remova a tampa de borracha preta e encaixe a extremidade do cabo na pistola (**não puxe o cabo de fibra óptica e nem pressione a extremidade do cabo, cuide para que o raio de curvatura do cabo tenha mais de 12 cm**);
- O FieldSpec Pistol Grip, quando utilizado em ambiente controlado, deve estar previamente situado no tripé que deve ter a distância e a inclinação determinados anteriormente;
- Certifique-se que nenhum objeto obstrua a área de medida e que a amostra esteja com o máximo de homogeneidade do material;
- Posicionar as amostras de forma perpendicular ao pistol grip e realizar as leituras.

1.1.4.3 Operacionalização com Contact Probe

O Contact Probe foi projetado para medições de contato com materiais sólidos, por exemplo, minerais, grãos e outros materiais granulares. Os erros de medição

associados à luz dispersa são minimizados com a utilização do Contact Probe, já que o mesmo possui fonte de luz integrada (Malvern Panalytical, 2018).

Para operação do Contact Probe segue as seguintes orientações:

- Conectar o cabo alimentador de energia para a fonte de luz integrada;
- Quando o FS4 tiver atingido o tempo necessário para medir, retire cuidadosamente o cabo de fibra óptica do armazenamento superior. Remova a tampa de borracha preta e encaixe a extremidade do cabo no Contact Probe, verifique se a ponta do cabo de fibra óptica está encostando no vidro (não puxe o cabo de fibra óptica e nem pressione a extremidade do cabo, cuide para que o raio de curvatura do cabo tenha mais de 12 cm);

- É importante verificar se o vidro que fica em contato com a amostra precisa ser limpo para realizar a próxima leitura, já que o equipamento fica em contato direto com a amostra.

1.1.4.4 Operacionalização com Leaf Clip

O instrumento Leaf Clip foi projetado especificamente para uso em plantas, o seu sistema contém uma trava que permite manter a amostra no lugar sem transportar a folha de seu habitat ou causar danos. Assim como o Contact Probe, o Leaf Clip possui fonte de luz integrada minimizando os erros de medições associados à luz dispersa. (Malvern Panalytical, 2018).

Para uso do Leaf Clip segue as seguintes indicações:

- Conectar o cabo alimentador de energia para a fonte de luz integrada
- Quando o FS4 tiver atingido o tempo necessário para medir, retire cuidadosamente o cabo de fibra óptica do armazenamento superior. Remova a tampa de borracha preta e encaixe a extremidade do cabo no Contact Probe, verifique se a ponta do cabo de fibra óptica está encostando no vidro (não puxe o cabo de fibra óptica e nem pressione a extremidade do cabo, cuide para que o raio de curvatura do cabo tenha mais de 12 cm);

- Deixar o lado branco direcionado para a luz integrada e fechar com o sistema de fixação de trava, nesse momento é necessário utilizar o comando WR e aguardar até aparecer uma linha horizontal em 1.0, o espectro de reflectância apresentado não deve mostrar perturbações excessivas, se isso ocorrer deve-se repetir o processo;

- Antes de colocar a amostra no Leaf Clip é necessário colocar o lado escuro direcionado para a luz.

1.1.4.5 Operacionalização nos softwares

- **Faça a checagem das fibras óticas** (Figura 4) **com o software Fiber Checker**, permitindo que o usuário inverta as regiões VNIR, SWIR 1 e SWIR 2 individualmente ou todas juntas. Ao conectar a lupa na fibra óptica conta-se no mínimo 19 fibras em cada uma das regiões citadas, caso alguma fibra apresente problema, não esteja visível ou com falhas (Figura 4), deve-se **comunicar imediatamente** o responsável pelo laboratório, antes do uso do aparelho;

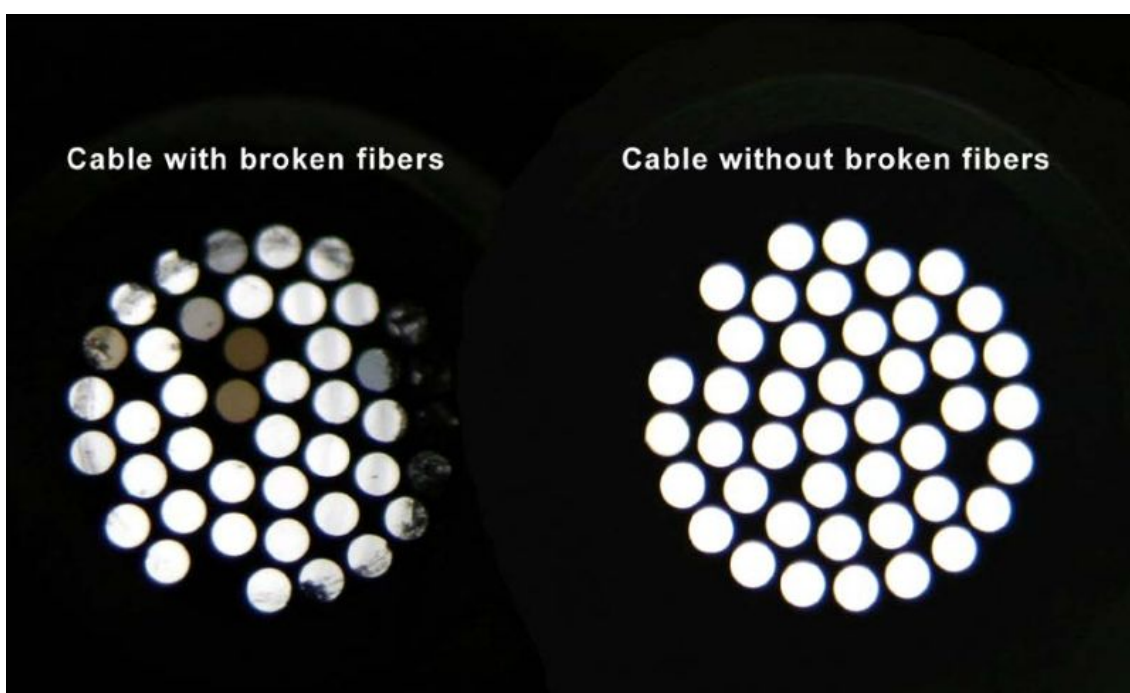


Figura 4: Cabo de fibra ótica danificado e em perfeitas condições. Documento: *1 - RS Instrumentation.pdf*.

- Os espectros obtidos são resultados de uma média de medições, sendo necessário utilizar o software Rs3® para inserir manualmente o número de amostras a serem tomadas para cada procedimento de medição. Utilizando-se os seguintes comandos: Control - Instrument configuration - Number of samples – Spectrum. Sobre o número de amostras:

Números de amostras entre 2 e 5 são valores baixos que tornam visíveis as diferenças para o usuário, constatando a presença de outliers (espectro extremo).

Já números de amostras entre 15 e 25 são valores altos que geram espectros relativamente lisos, contudo requer mais tempo para salvar.

O mais adequado a ser utilizado é o valor 10, por unir as vantagens dos dois intervalos citados;

- É necessário ajustar a sensibilidade do sensor óptico do FS4 para a quantidade de energia disponível, realizando a otimização toda vez que ligar o aparelho através dos comandos: botão 'OPT' e aguarde até a otimização ser completada. (em ambientes não controlados é necessário fazer o procedimento no mínimo a cada 10 minutos);

- É possível gerar um espectro de radiação, com o seguinte comando: botão "RAD" e aguarde até que o novo espectro apareça;

- Para realizar medições de reflectância é necessário seguir os seguintes passos: - colocar o Spectralon Panel (tomar o devido cuidado para não sujar ou danificar a placa) no campo de visão do FS4. - apertar o botão "WR" e aguardar até aparecer uma linha horizontal em 1.0, o espectro de reflectância apresentado não deve mostrar perturbações excessivas, se isso ocorrer deve-se repetir o processo;

- Para salvar o espectro lido utiliza-se os comandos: Control - Spectrum Save e configurar o nome do caminho (caminho onde deseja armazenar os espectros); nome de base (nome do arquivo que o usuário irá gerar, incluir se é uma medição de radiação ou reflectância); número inicial das leituras (caso vários arquivos estejam sendo criados este parâmetro define o primeiro número a ser remetido); número de arquivos a serem salvos (indica quantos arquivos do mesmo espectro e nome de base devem ser gerados); comentário (notas opcionais). Depois de realizada as configurações utiliza-se os seguintes comandos para dar prosseguimento: Begin Save – Ok;

- Visualização, edição ou exportação dos dados espectrais: os arquivos devem ser abertos em outro software, para isso utiliza-se a ferramenta gratuita ViewSpec Pro. Utilizando os seguintes comandos: Start ViewSpec Pro - File - Open - marque as leituras relevantes – Open;

- Para ver os dados no gráfico: selecione os dados - View - Graph Data e clique com o botão direito do mouse para mais ajustes visuais (grades, tamanho da fonte, opções de traçado, entre outros);

- Para exportar os dados, usa-se os comandos: Setup - Output directory - escolha seu caminho - se o diretório INPUT e OUTPUT diferir irá perguntar se você deseja

unificá-los - selecionar espectros relevantes para exportação (único ou múltiplo) - Process - ASCII Export (para arquivos .asd na caixa formato de dados selecione "reflectância" ou "Radiance / Irradiance", opcionalmente selecione 1ª ou 2ª derivada, selecione um separador de campo) – Ok. O espectro será salvo no formato .txt no diretório de saída escolhido.

1.1.5 Finalização

- **Realizar a checagem das fibras com o software Fiber Checker**, permitindo que o usuário inverta as regiões VNIR, SWIR 1 e SWIR 2 individualmente ou todas juntas. Ao conectar a lupa na fibra óptica conta-se no mínimo 19 fibras em cada uma das regiões citadas. Novamente, caso alguma fibra apresente problema, não esteja visível ou com falhas (Figura 4), deve-se **comunicar imediatamente** o responsável pelo laboratório, antes de entregar as chaves do laboratório;

- Desligar o espectrorradiômetro;
- Desligar o computador;
- **Retirar a bateria do computador**;
- Recolher e acondicionar o cabo de fibra óptica **respeitando o raio de curvatura mínimo** para não danificá-la;
- Desmontar tripés;
- Acondicionar equipamentos na devida caixa verificando através do check-list, que se encontra no item 3.10, se todos os equipamentos encontram-se no laboratório, caso contrário comunicar o responsável pelo laboratório antes de entregar as chaves do mesmo;
- Desligar nobreak;
- Manter o local organizado;
- Comunicar o responsável pelo laboratório do término do uso do mesmo.

Para sanar qualquer dúvida veja os manuais operação em: [Manuais ASD](#).

1.2 Checklist

- (1u) FieldSpec 4 Standard-Res; 1.5 M Ruggedized Fiber Optic Cable (FieldSpec 4 Standard-Res; Cabo de fibra óptica Ruggedized 1,5 M)
- (1u) Field Instrument Controller (Controlador de Instrumento de Campo)

- (1u) RadCal 25 Degree Full-range Bare Fiber Optic (RadCal de 25 gramas de fibra óptica)
- (1u) Fore Optic Lens, 1 Degree Field-of-view, NIR or Full-range (Lente Fore Optic, campo de visão de 1 grau, NIR ou gama completa)
- (1u) RadCal 1 Degree Full-range Field-of-view Lens
- (1u) Fore Optic Lens, 8 Degree Field-of-view, NIR Full-range
- (1u) RadCal 8 Degree Full-range Field-of-view Lens
- (1u) Remote Cosine Receptor, Full-sky
- (1u) RadCal Remote Cosine Receptor
- (1u) Contact Probe, Plant
- (1u) Accessory Power Cable 1.5 meter
- (1u) Leaf Clip
- (2u) Spectralon, 3.62-inch Diameter, Uncalibrated
- (2u) Leaf Clip Background Disc White (8)
- (2u) Leafclip Background Black
- (1u) Replacement Bulb, Plant Probe; 4.5W, Halogen
- (1u) Integrating Sphere, RTC, 3ZC Reflectance/Transmission
- (2u) Replacement Bulb, Integrating Sphere; 10 Watt
- (1u) Power Supply, Assembly, 12 VDC 70 Watt
- (1u) Spectralon, 5X5-inch, Calibrated, 99% Reflective
- (1u) Wooden Case for 5X5-inch Spectralon