

Pruebas de estabilidad a la luz de productos para el hogar y el cuidado personal

Q-Lab Corporation / Xperto Integral Systems
Mayel Cantu / Noviembre 2021

Vea video de presentación con audio.

Quehaceres domésticos

Recibirá un correo electrónico de seguimiento de info@email.q-lab.com con enlaces a una encuesta, registro para futuros seminarios web y para descargar las diapositivas.

- Nuestros seminarios web archivados se alojan en: q-lab.com/webinars
- ¡Utilice la **función de preguntas y respuestas en Zoom** para hacernos preguntas hoy!

De qué hablaremos

- Pruebas de intemperie vs. estabilidad de la luz
- Espectros de luz comunes
- Exposiciones naturales
- Pruebas aceleradas
 - Pruebas de arco de xenón
 - Pruebas UV fluorescentes
- Directrices ICH
- Mejores prácticas y consideraciones prácticas

Pruebas de intemperie

- Combinación de luz solar, calor y humedad
- Las temperaturas simulan condiciones exteriores de calor realistas
- Humedad (spray de agua o condensación) generalmente incluida



Pruebas de estabilidad de la luz

- Simulación de la luz solar o iluminación interior
- Sin humedad* ni temperaturas elevadas
- Las temperaturas de prueba a menudo simulan un ambiente interior típico



**Puede controlar la HR para reducir la variabilidad*

¿Cuál debo usar?

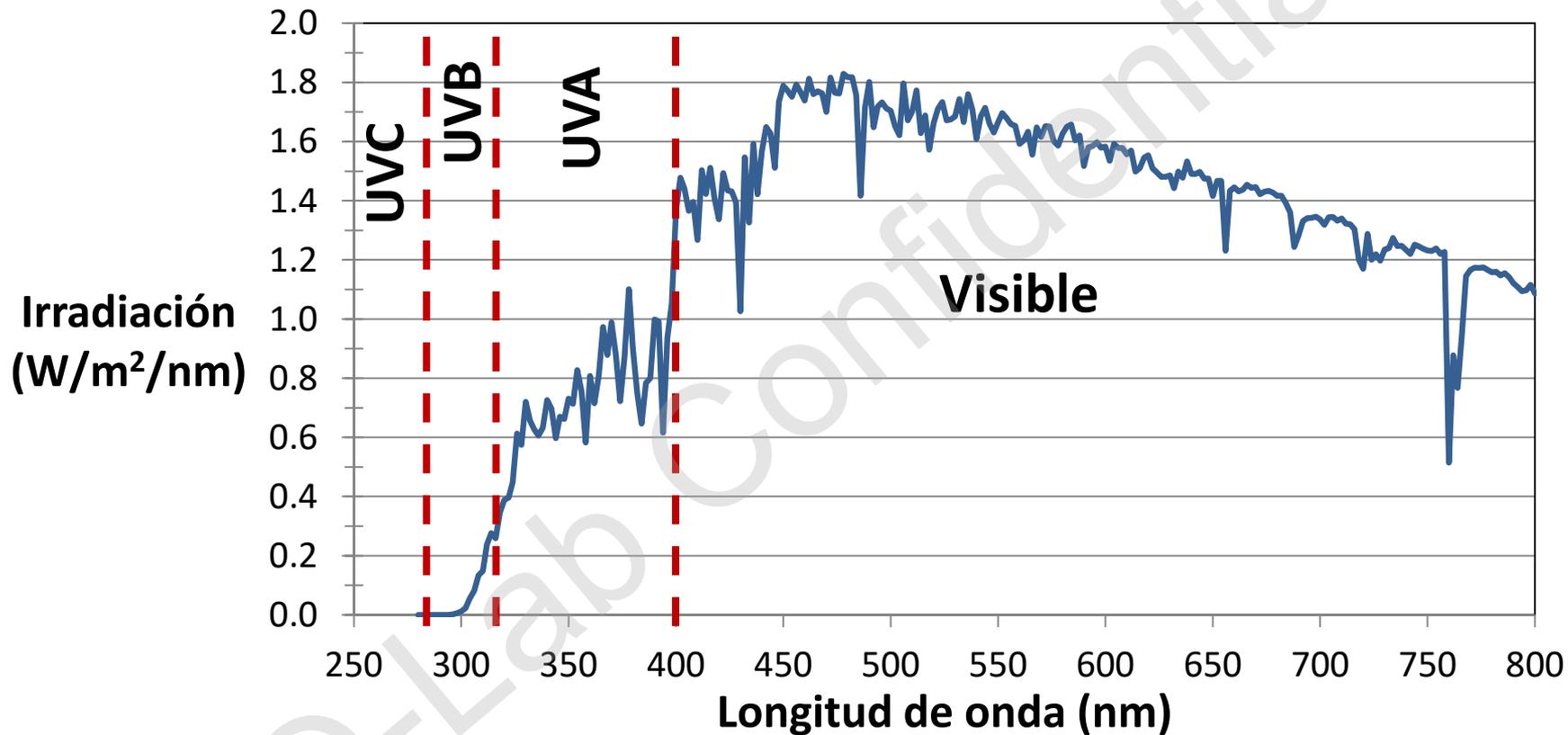
Si no está seguro de cómo funcionará su material y desea probarlo para cada entorno,
Ejecutar una prueba de intemperie

Si su material solo necesita funcionar en un entorno controlado, o si solo está interesado en el efecto de la luz en su producto,
Ejecutar una prueba de estabilidad ligera

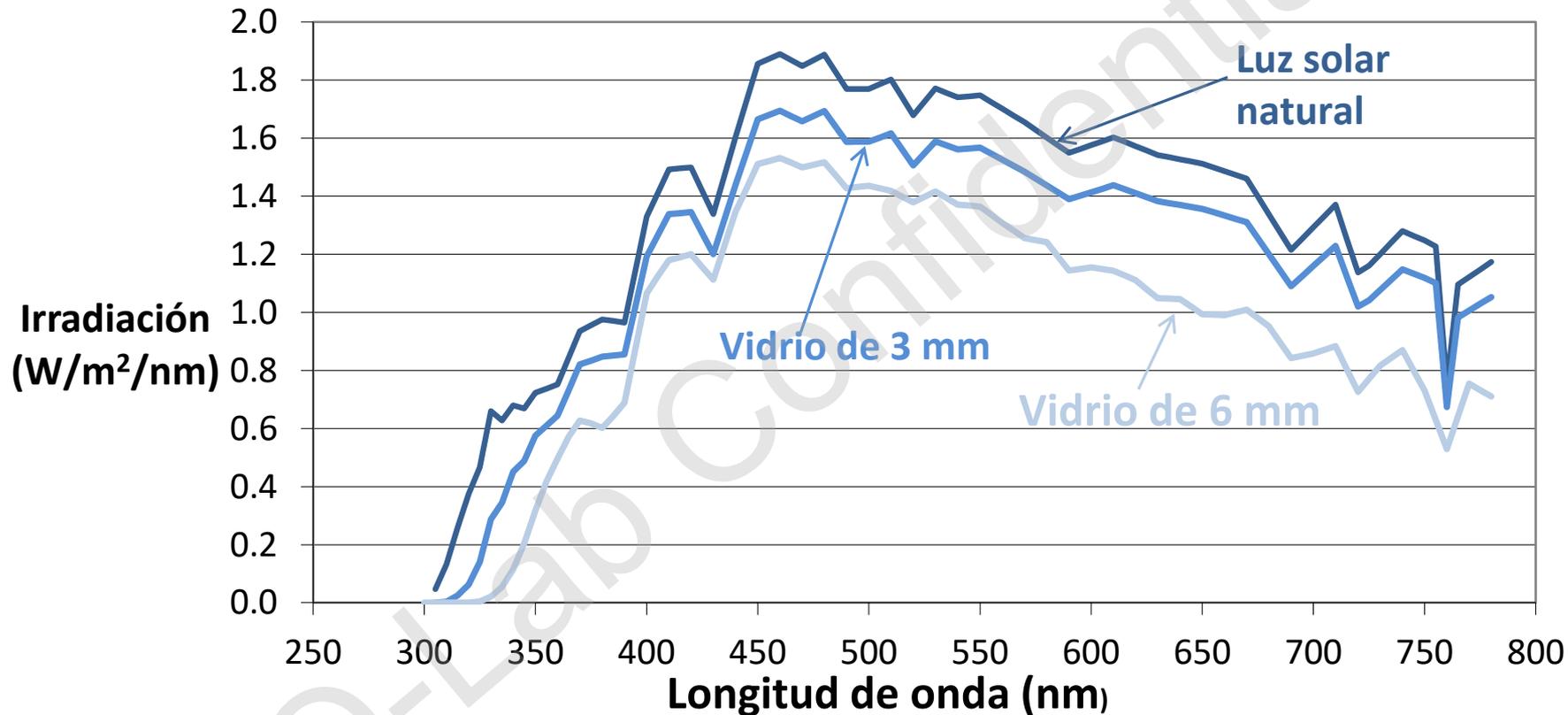
Espectros de luz comunes

- Luz de sol
 - Directa
 - A través del vidrio de la ventana
- Iluminación comercial
- Iluminación del hogar

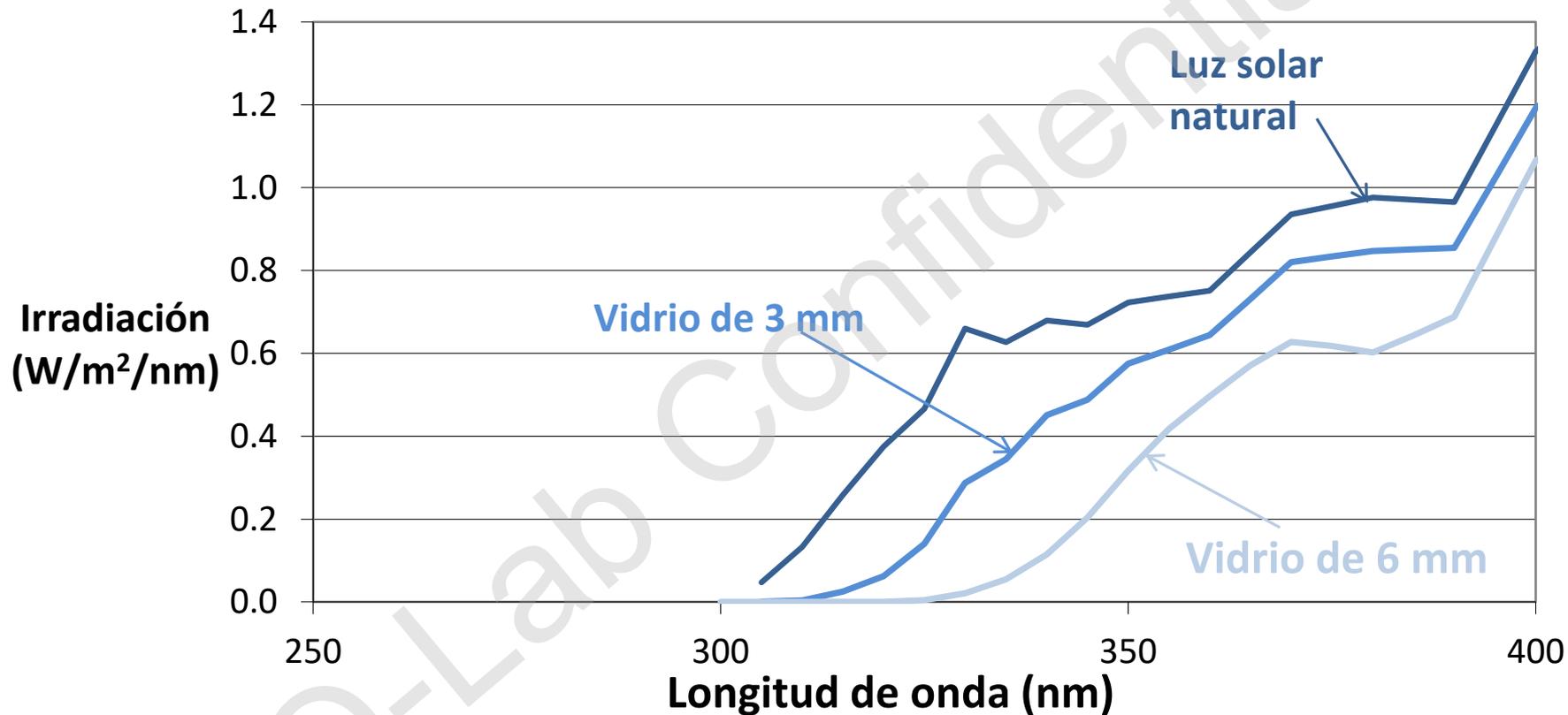
Espectro de luz solar de verano



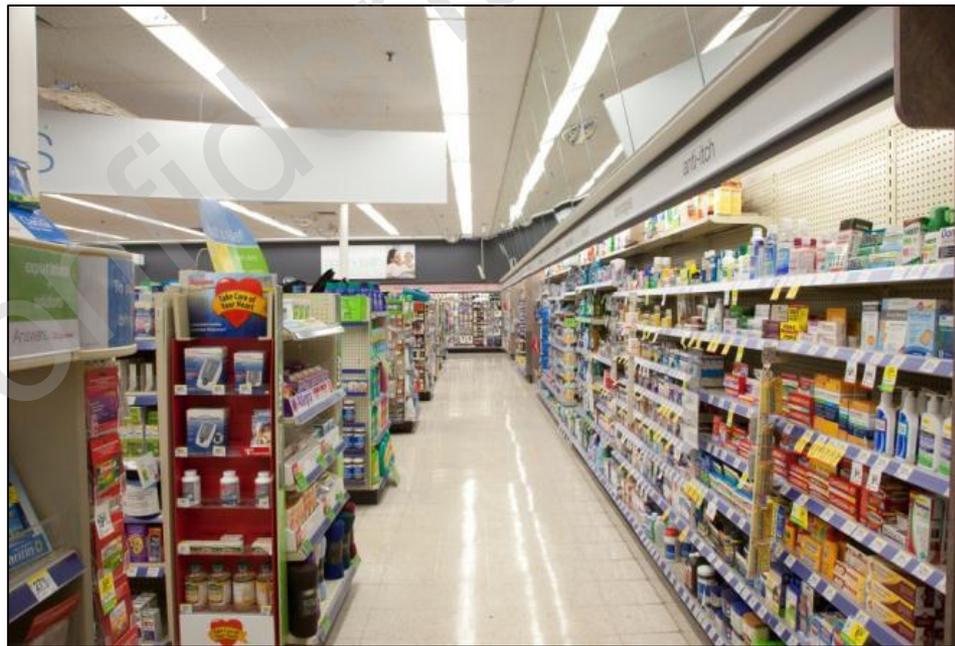
Luz solar a través del vidrio de la ventana



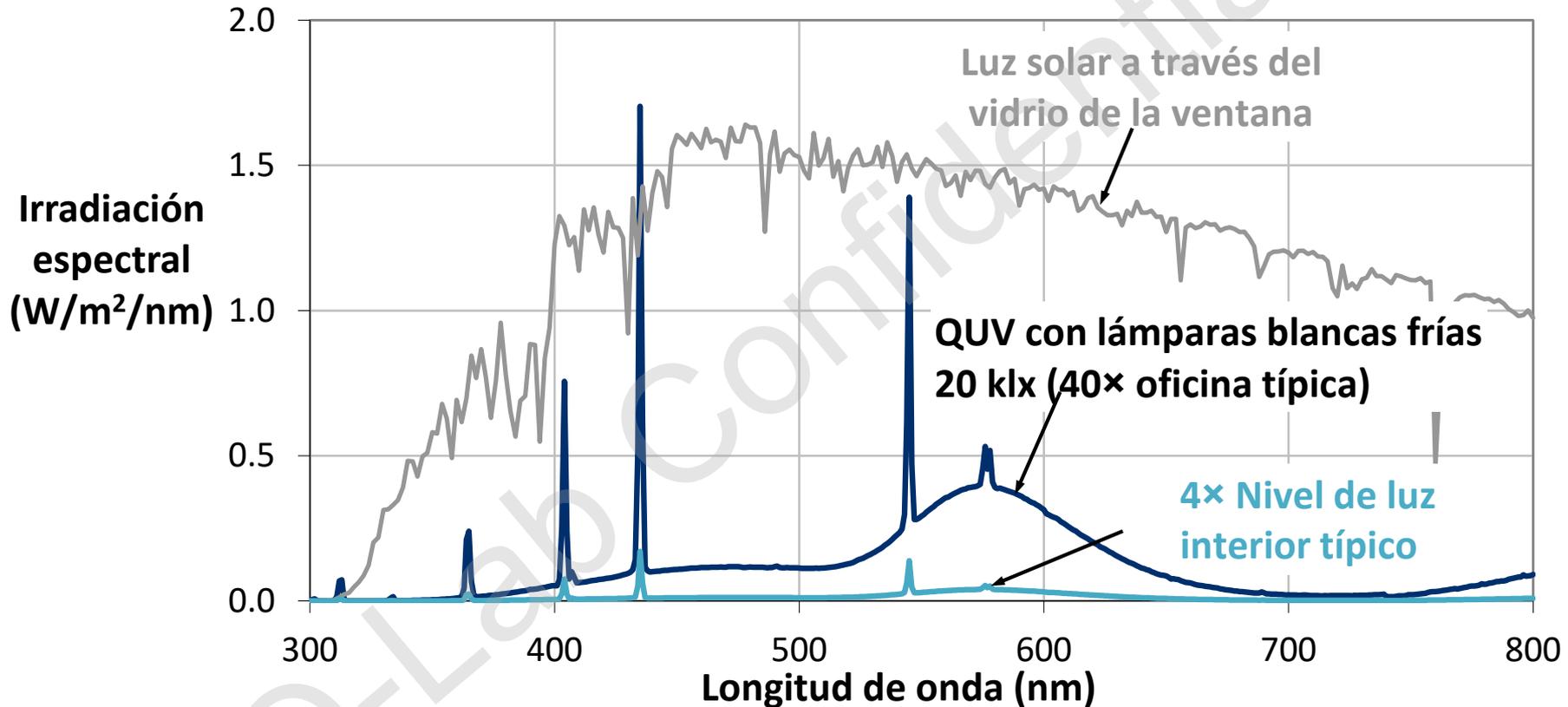
Luz solar a través del vidrio de la ventana



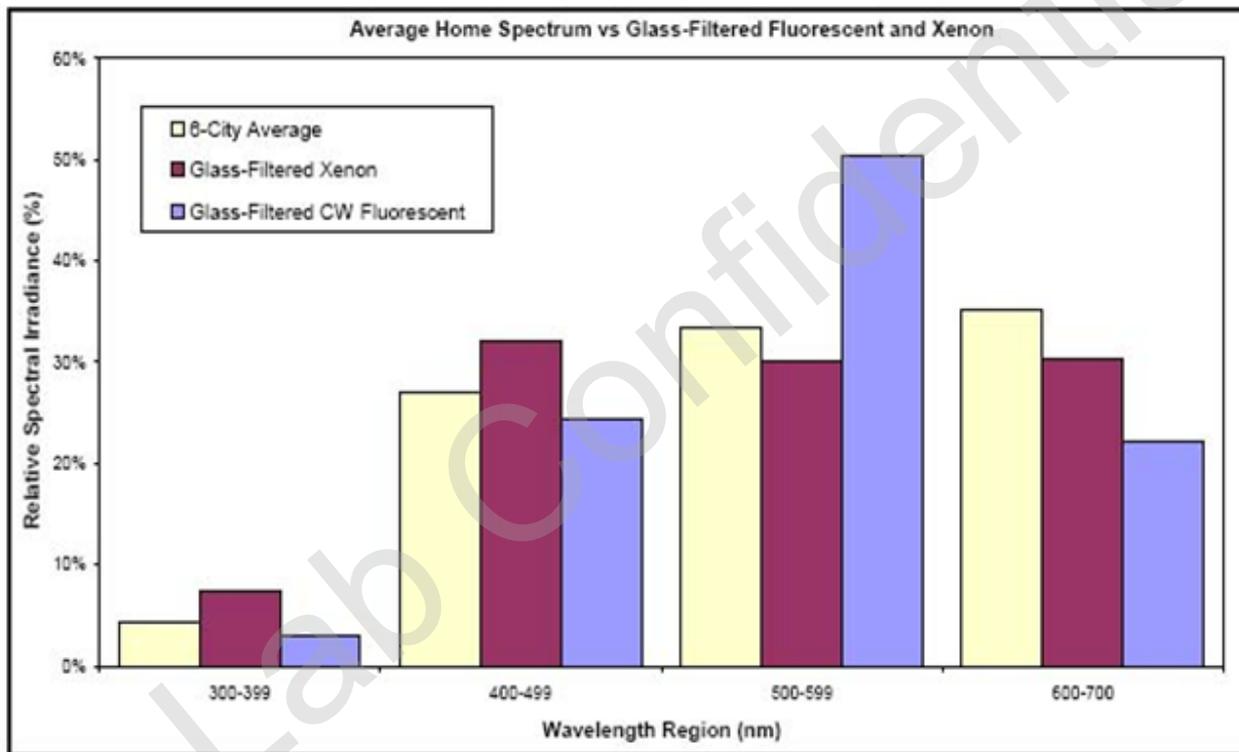
Iluminación interior



Illuminación interior comercial



Iluminación promedio del hogar



A pesar de que es sólo el 5% de la luz solar...



¡La luz UV causa la mayoría de la fotodegradación!

Exposiciones naturales



Exposiciones naturales

Para saber cómo durará su material en su entorno de servicio...

¡Póngalo en el entorno de servicio!

Exposiciones naturales

- Sitios comerciales de referencia
- Sur de Florida, Desierto de Arizona
 - Barato
 - Confiable
 - Entornos extremos crean aceleración
- En sus propias instalaciones
 - “Pruebas científicas de alféizar de ventanas”
 - Conveniente
 - Fácil de hacer observaciones frecuentes
 - Exposiciones “Hagalo Usted Mismo”



Exposiciones naturales

Para muchos Bienes de Consumo de Movimiento Rápido (Fast Moving Consumer Goods FMCGs), las pruebas de exposición natural en sitios de referencia son muy rentables y pueden brindarle excelentes datos en un corto período de tiempo.

Exposiciones aceleradas

Los FMCGs se pueden probar la estabilidad de la luz incluso en períodos de tiempo cortos con pruebas aceleradas, generalmente con equipos de arco de xenón o luz UV fluorescente.

Equipos de arco de xenón

Q-SUN
Xe-3-HCE



Q-SUN Xe-1-BCE



Cámara de prueba de xenón Q-SUN



Beneficios de las pruebas de arco de xenón

- Simulación realista de UV de onda larga y porción visible de la luz solar
- Los filtros ópticos pueden simular diferentes tipos de vidrio
- Control de humedad relativa

Filtros ópticos

Daylight Filters (Filtros de luz diurna)
(exposiciones exteriores)

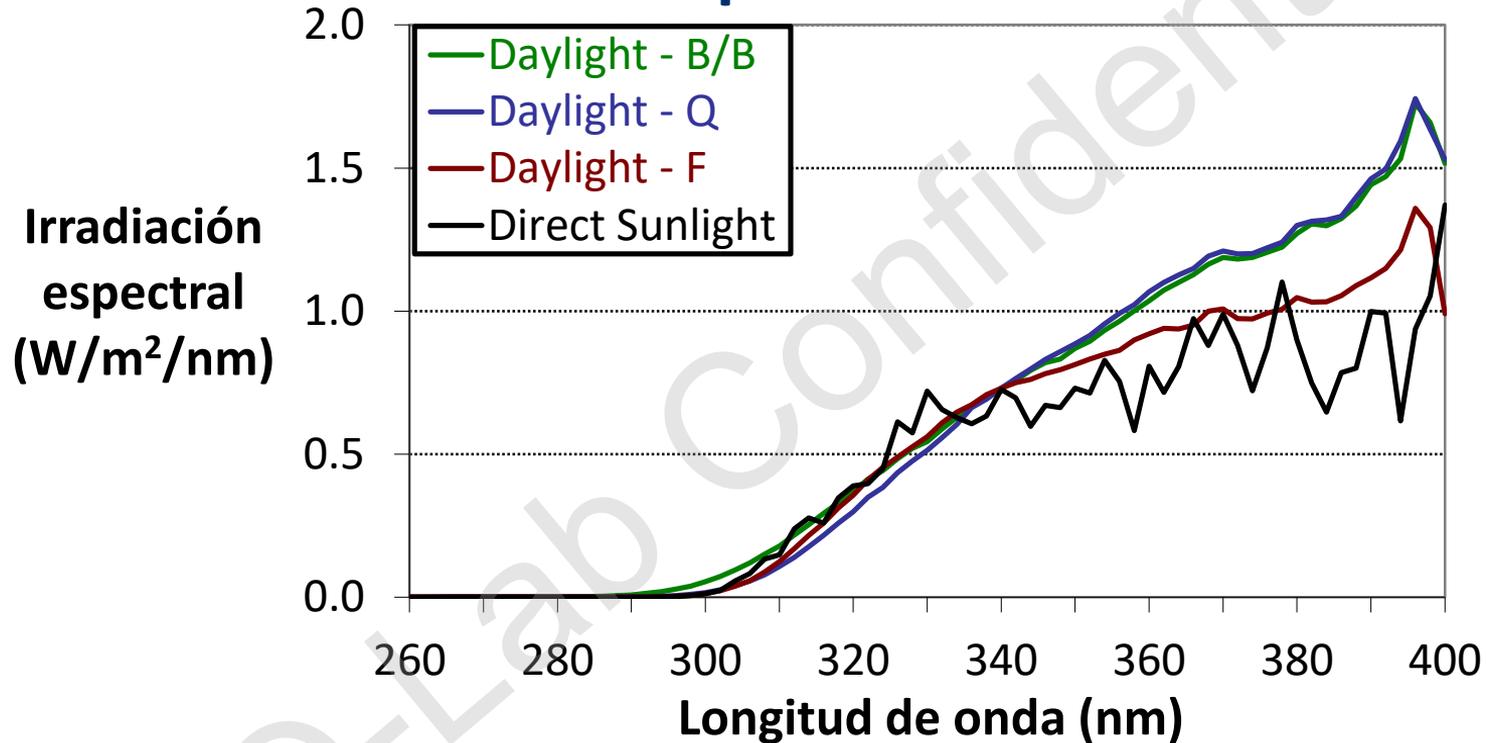
Window Glass (Vidrio de la Ventana)
(exposiciones interiores, textiles, tintas,
etc.)

Extended UV (UV extendido)
(automotriz, aeroespacial, etc.)



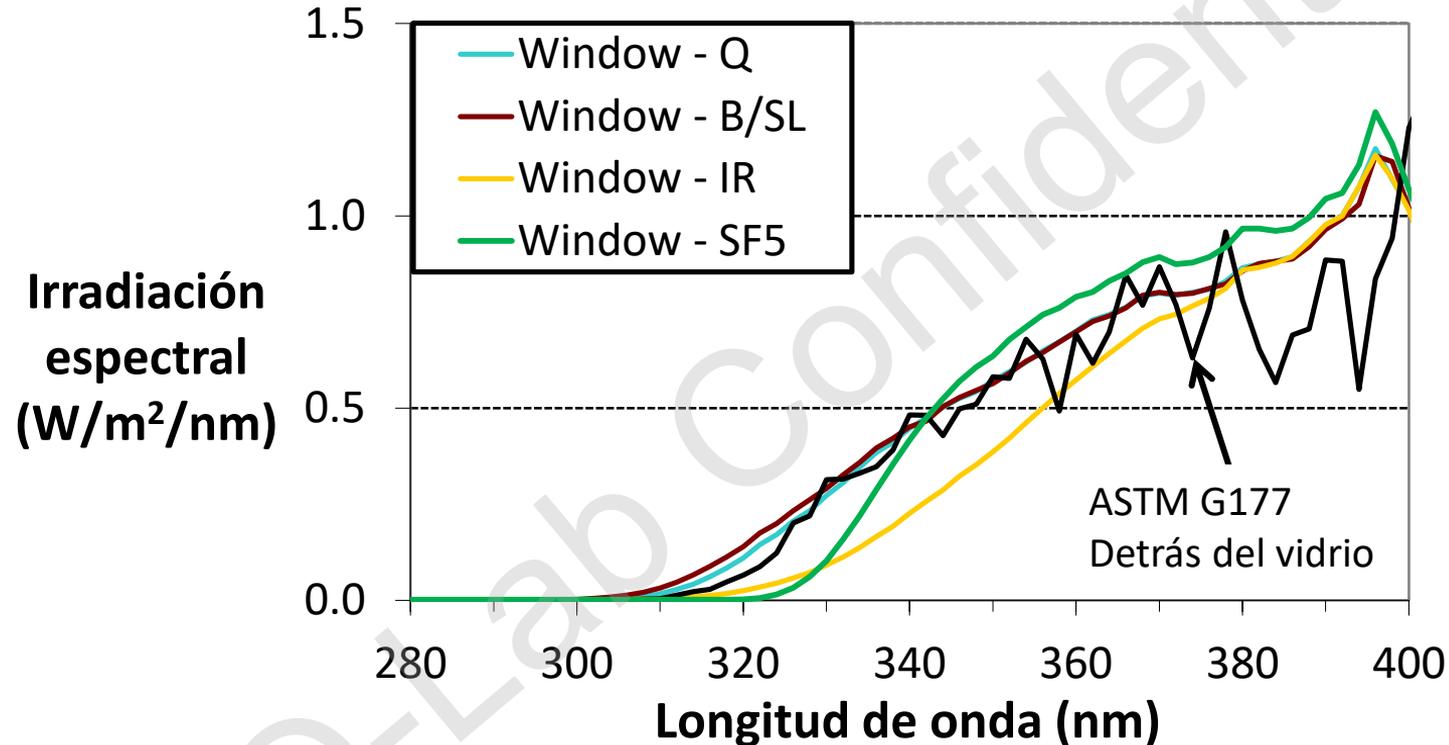
Arco de xenón con filtros de luz diurna

Espectro UV



Arco de xenón con filtros de ventana

Espectro UV



Control de irradiación

- Banda estrecha
 - 340 nm
 - 420 nm
- Total UV (300-400 nm) Banda ancha
- Global (300-800 nm) – no se recomienda
 - Las longitudes de onda más cortas causan más foto degradación
 - El envejecimiento de la lámpara puede causar una reducción de más del 50% en las longitudes de onda UV críticas

Conversión del punto de control de irradiación

Ejemplo: Filtro de Ventana B/SL (Window B/SL)

Punto de control	Irradiación
340 nm	0.35 W/m ² /nm
420 nm	0.79 W/m ² /nm
TUV (300-400 nm)	40 W/m ²

Estos factores de conversión solo se aplican a este filtro en particular.

Control de temperatura

- Panel negro
 - Más caliente que el ambiente a la luz del sol
 - No es necesariamente lo mismo que la temperatura de la muestra
 - Existe para repetibilidad y reproducibilidad de las pruebas
- Aire de cámara
 - Controlado de forma algo independiente
 - Más relevante para algunas aplicaciones
- Sistema de enfriamiento
 - Elimina el calor para permitir temperaturas interiores normales dentro de la cámara de prueba de arco de xenón

Sensores de temperatura de panel negro

Panel	Construcción	Designación ASTM	Designación ISO
	Acero inoxidable pintado de negro	Panel negro sin aislamiento	Panel Negro
	Acero inoxidable pintado en negro montado sobre PVDF blanco de 0.6 cm	Panel negro aislado	Estándar Negro

* Las versiones de Panel Blanco de lo anterior están disponibles, pero se usan mucho menos comúnmente.

Pruebas UV fluorescentes



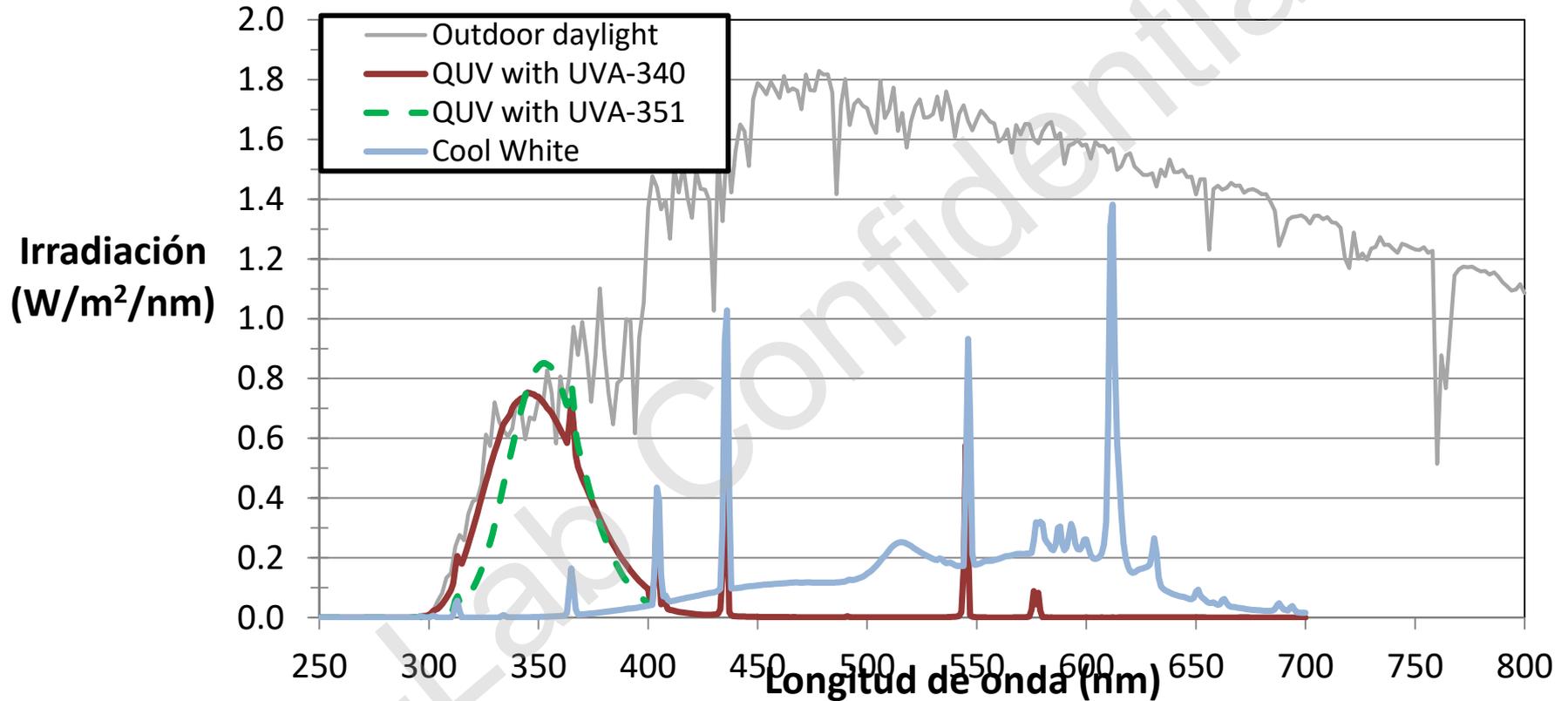
QUV/se Weathering Testing y Cámara de prueba de estabilidad de luz QUV/cw



Beneficios de las pruebas fluorescentes UV

- Solución de menor costo
- Espectro altamente repetible y reproducible
- Las lámparas Cool White son una excelente reproducción de la iluminación comercial
- Muy fácil de usar

Espectros de luz UV fluorescente



Directrices ICH

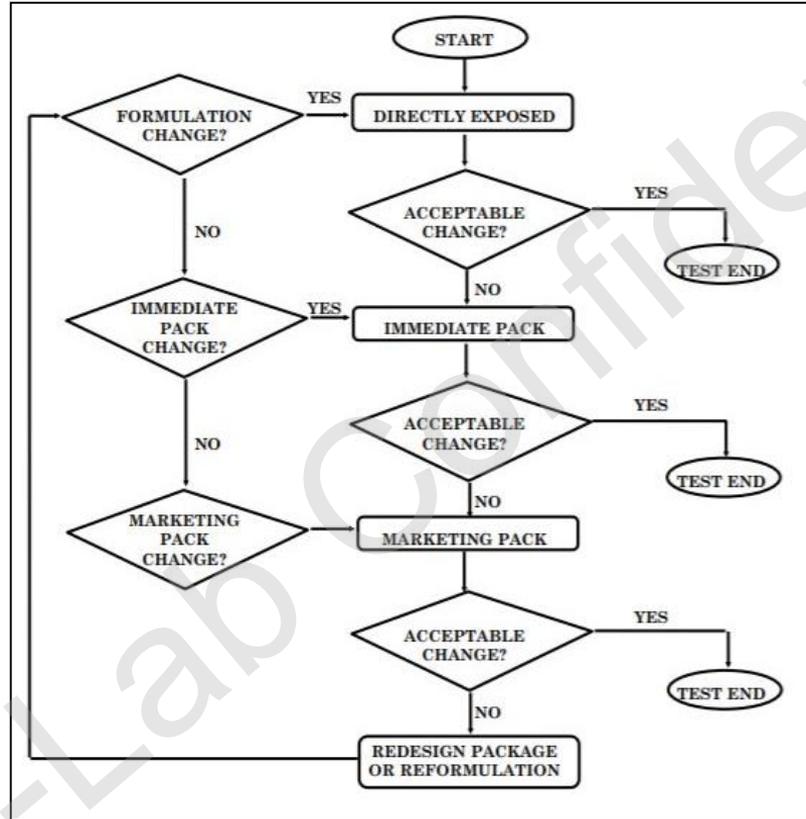
International Conference on Harmonization (ICH): Directrices

para las pruebas de fotoestabilidad de nuevas sustancias y productos farmacéuticos

ICH Directrices

- Esfuerzo conjunto de agencias reguladoras estadounidenses, europeas y japonesas
- Los nuevos productos y sustancias farmacológicas no deben exhibir "cambios inaceptables" cuando se exponen a la luz
- Hay dos opciones de exposición disponible

ICH Diagrama de flujo de directrices



ICH Directrices

Dos opciones de exposición

1. D65/ID65 fuente de luz*
 - “lámpara fluorescente de luz diurna artificial que combina salidas visibles y ultravioletas, xenón o lámpara de halogenuros metálicos”
 - Las longitudes de onda inferiores a 320 nm pueden filtrarse
2. Lámpara fluorescente blanca fría y "lámpara ultravioleta cercana"

** Las Directrices ICH citan la norma ISO 10977 sobre películas fotográficas e impresiones, que se retira y se sustituye por la iso 18909. Se refieren a CIE 15, Recomendaciones sobre Colorimetría. La irradiancia espectral solar CIE 85 habría sido una mejor opción para las pruebas de estabilidad de la luz.*

ICH Directrices

Exposición radiante

Las exposiciones se basan en la dosis **radiante** UV y la dosis de **iluminancia***

**La iluminancia es una medida de la luz visible que toma la dosis de irradiancia y aplica la curva de respuesta fotópica humana*

ICH Directrices

Criterios de exposición radiante

Deben alcanzarse dos valores de exposición:

1. 1.2 millones de lux-hora (por m²) mínimo (luz visible por definición)
 2. 200 Watt-hours UV (por m²) *mínimo*
- Estos no corresponden específicamente a la fuente de luz de referencia D65 o ID65
 - *Ninguna fuente de luz puede cumplir con las condiciones de exposición a la luz visible sin una "sobrexposición" significativa de la porción UV*
 - *La "sobrexposición" es perfectamente aceptable*

Valor 1: Cálculo de Lux-horas

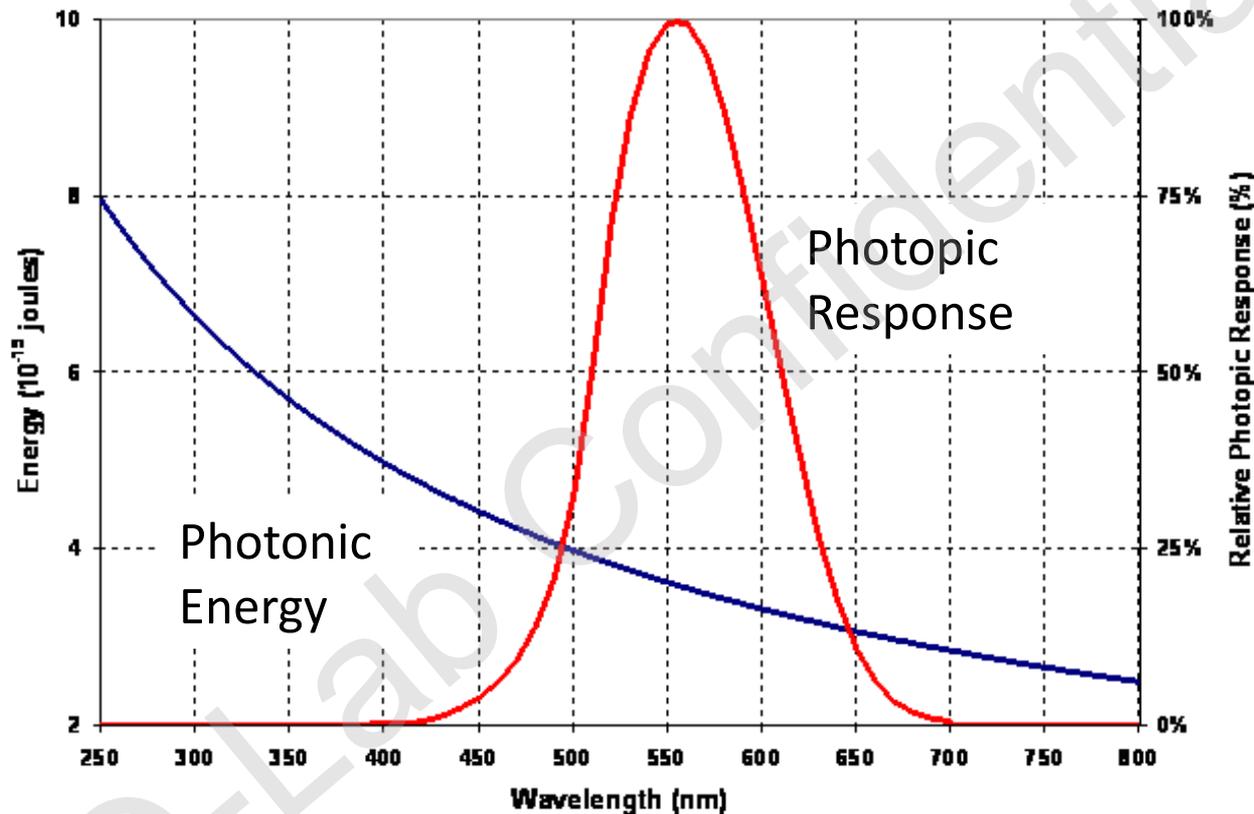
$$\begin{aligned} & \text{Irradiación (W/m}^2\text{) en cada longitud de onda} \\ & \quad \times \\ & \text{Respuesta fotópica (lumens/W) en longitud de onda} \\ & \quad = \\ & \text{Iluminancia (lumens/m}^2\text{) o lux} \end{aligned}$$

Ejemplo:

<i>Longitud de onda (nm)</i>	<i>Respuesta fotópica (lumens/W)</i>		<i>Irradiación (W/m²)</i>		<i>Iluminancia (lumens/m²)(lux)</i>
555	683.00	×	0.33	=	227.2

Ahora, sumar el valor en cada longitud de onda y multiplicar este número por el tiempo de exposición en horas.

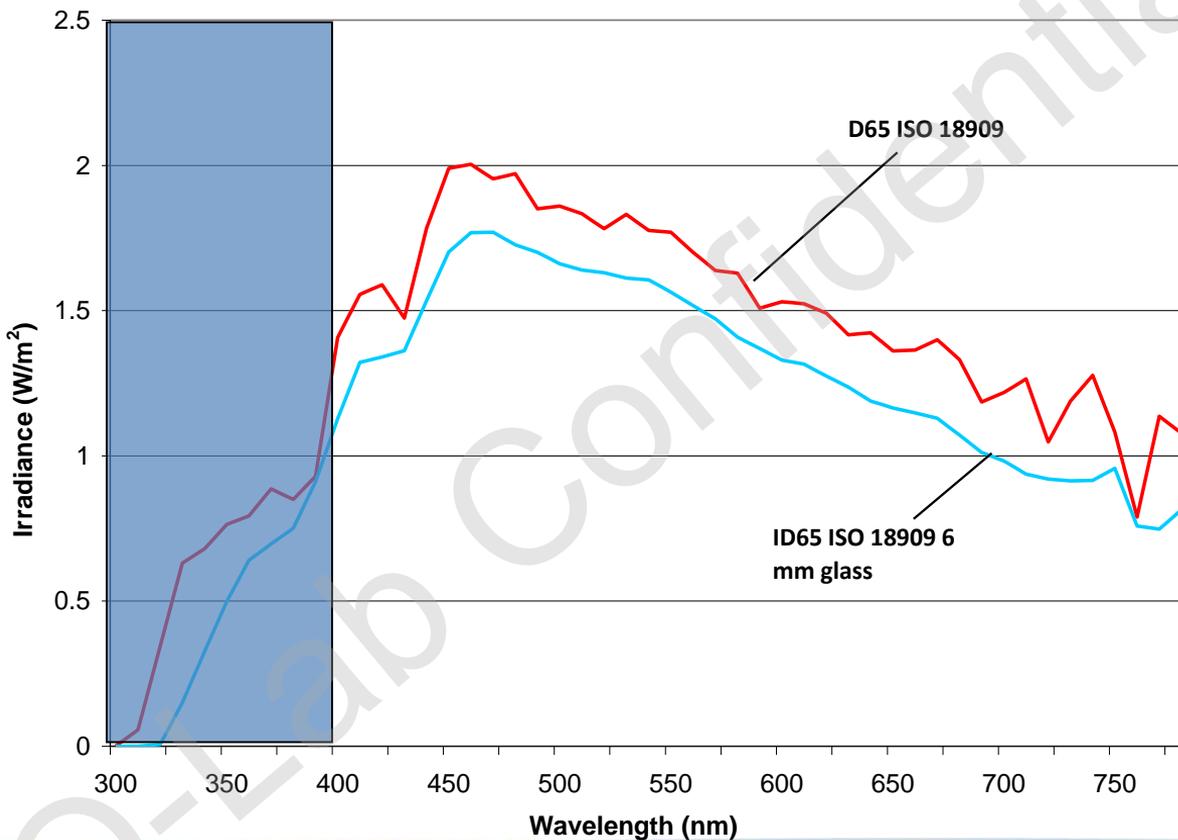
Respuesta fotópica y energía fotónica



Valor 2: Cálculo de TUV Watts-hora

- Los datos SPD le dan irradiación (W/m^2) en cada longitud de onda
- Suma la irradiancia a longitudes de onda de 300-400 nm (Total Ultra Violeta o "TUV")
- Multiplica este número por el tiempo de exposición medido en horas
- $40 \text{ W}/\text{m}^2 \times 10 \text{ horas} = 400 \text{ W-hora}/\text{m}^2$

Exposición total UV (TUV, 300-400nm)



ICH Directrices

Temperatura

Sin embargo, la temperatura no se especifica ...

- La degradación térmica debe evaluarse por separado en las pruebas de envejecimiento térmico, no durante las pruebas de resistencia a la luz. Por lo tanto, es deseable realizar pruebas en rangos normales de temperatura ambiente.
- Las pruebas de temperatura ambiente requieren enfriar el aire que circula a través de la cámara

ICH Directrices

Realizar la Opción 1

- Q-SUN Xe-1BCE
- Filtro Window – Q (Ventana-Q)
(ID65 3 mm espectro de vidrio)
- 420 nm punto de control de irradiación,
1.10 W/m²/nm
- Control de temperatura del aire de la
cámara, 25 °C



ICH Directrices

Opción 1

Duración de la prueba

Ejecutar prueba para 13.1 horas

- 650 Watt-horas UV (225% más UV del requerido)
- 1.2 millones de lux-horas

Para reducir la exposición a los rayos UV, correr la prueba en dos partes

- Parte 1: Ejecute hasta una exposición de TUV de 200 W-hr/m², utilizando filtros Window-Q
- Parte 2: Agregue un filtro de bloqueo UV, recalibra y ejecute para lograr 1.2 millones de Lux-hora (sin TUV adicional)

Irradiación y tiempo de prueba

Opción 1, Q-SUN con Window-Q

Irradiación @ 420 nm	Horas	Lux-horas	Dosis de TUV (Watt-hr/m ²)
0.50 W/m ²	28.9	1.2 millones	647
0.60 W/m ²	24.1		
0.70 W/m ²	20.7		
0.80 W/m ²	18.1		
0.90 W/m ²	16.1		
1.00 W/m ²	14.5		
1.10 W/m ²	13.1		

Múltiples vías para alcanzar los criterios de exposición especificados

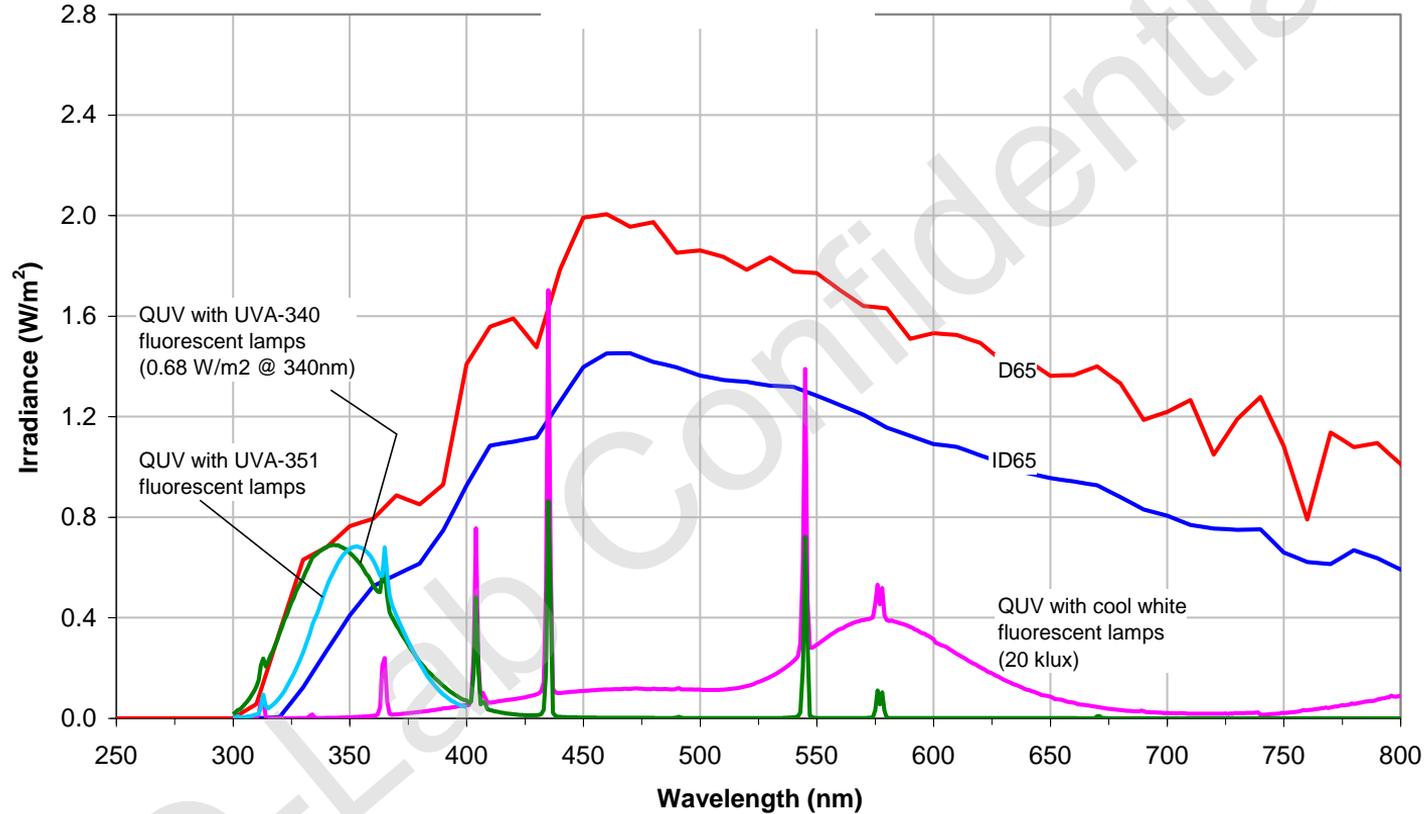
ICH Directrices

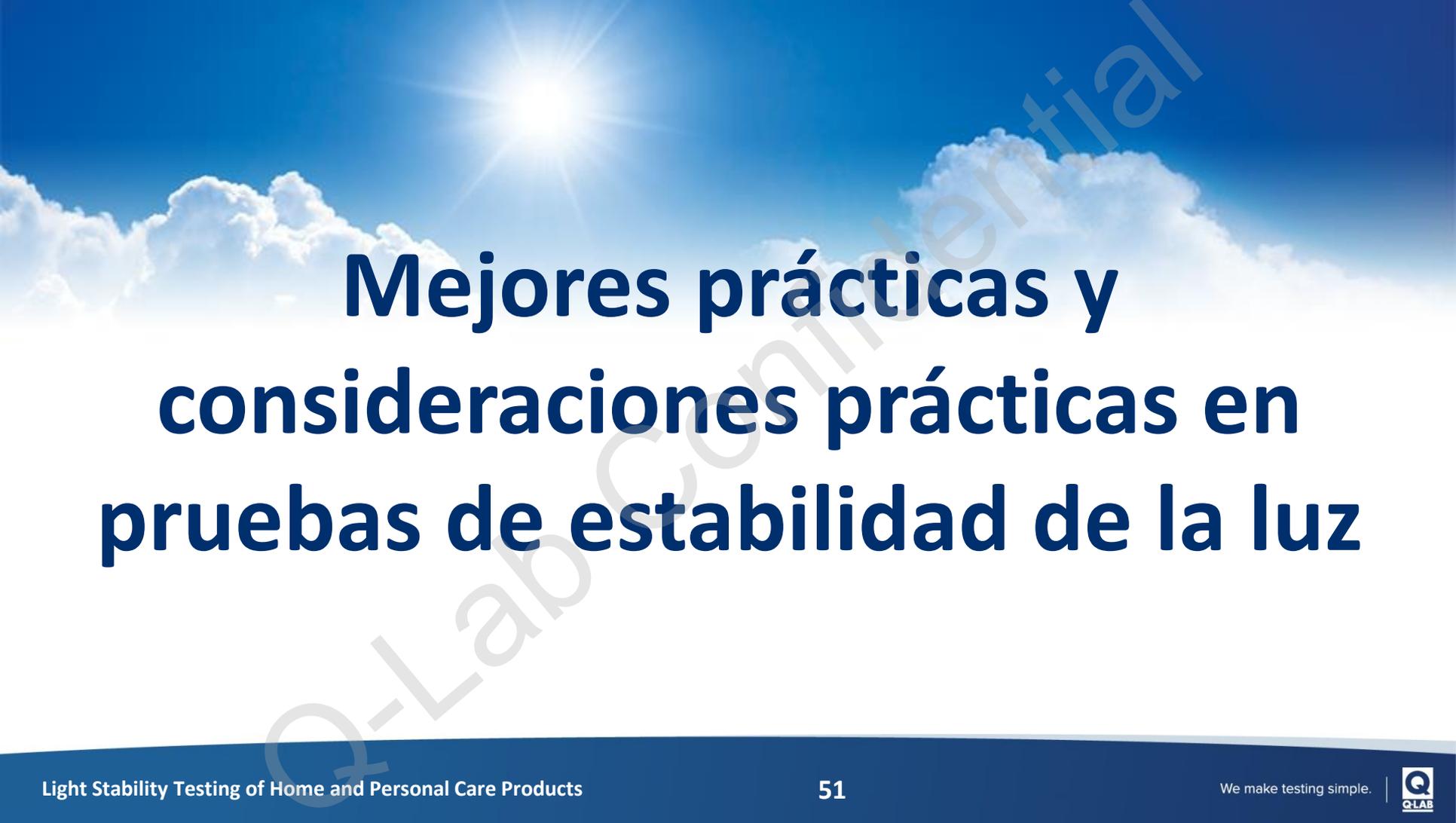
Opción 2

Paso 1: QUV con lámparas cool white
Set Point: 20,000 lux
Tiempo: 60 hours

Paso 2: QUV con lámparas UVA-351
Set Point: 0.55 W/m²/nm @ 340 nm
Tiempo: 4 hours

Espectros de luz QUV y directrices ICH





Mejores prácticas y consideraciones prácticas en pruebas de estabilidad de la luz

Mejores prácticas y consideraciones prácticas

1. Realizar exposiciones naturales

Necesario para comprender los resultados acelerados

- ¿Las pruebas de laboratorio clasifican correctamente el rendimiento del material?

Miami outdoor exposures



Mejores prácticas y consideraciones prácticas

2. Pruebas hasta la falla (degradación forzada)

- Requerido para productos farmacéuticos
 - Identificar las impurezas resultantes de la fotodegradación
 - Determinar las vías de degradación
- Necesario para desarrollar el rendimiento del orden de rango



Mejores prácticas y consideraciones prácticas

3. Exponga un control con su muestra de prueba

- Utilice material de control de durabilidad conocida
 - Rendimiento al aire libre
 - Rendimiento del laboratorio
- Composición similar al material de prueba
- Modo de degradación similar al material de prueba

Beneficios de un control

- Comparar el rendimiento del control con un material conocido
- Desarrolla confianza en la exposición al laboratorio
- Asegúrese de que el equipo de laboratorio esté funcionando correctamente

Mejores prácticas y consideraciones prácticas

4. Pruebe su producto “en el empaque” para simular el entorno de servicio real.



Pruebas del producto completo



Q-SUN Xe-3
3200 cm²



Q-SUN Xe-1
1100 cm²

Mejores prácticas y consideraciones prácticas

5. Utilice temperaturas realistas para evitar fallos poco realistas

Pruebas con un sistema de enfriamiento (Xe1 o Xe-3) permite una mayor irradiación mientras mantiene temperaturas frías



¿Preguntas?

