

# Estado del Arte para la Construcción de Sensor “PAR”

Carlos Lizardo Corzo Ruiz



# Radiación – PAR -

Photosynthetically Active Radiation

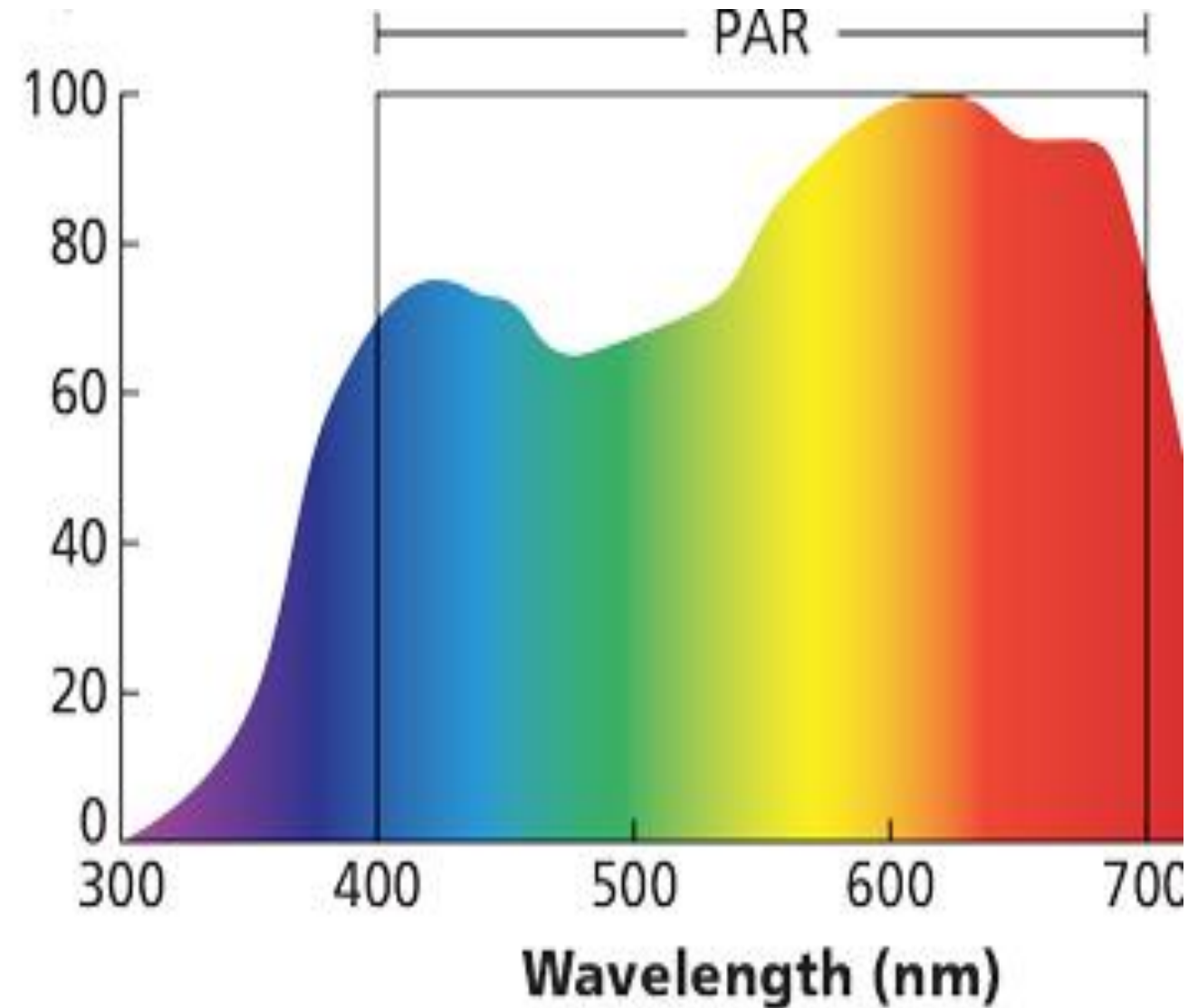
- Afecta el proceso de **fotosíntesis**
- Modifica la **demanda hídrica** de las plantas.
- Impacta la **productividad** de las plantas



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO



# Metodología

- Enfoque cuantitativo de tipo documental interpretativo sobre una muestra de 51 documentos científicos y académicos.
- Como instrumento se usó una matriz bibliográfica analítica de contenido, en la que se relacionaron las categorías de análisis versus los documentos de la muestra.
- La muestra se conformó con 60 % artículos científicos, 26 % informes técnicos, 8 % hojas de datos de sensores, 4 % libros de editorial y 2 % tesis doctorales



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO

# Criterios de Selección

Establecimiento y orientación de los requisitos y requerimientos de diseño, así como los componentes y protocolos de validación y calibración de un instrumento de medición de radiación PAR.



Técnica de Calibración



Técnica de Implementación



Tipo Fotodetector



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO

# Fotodetectores

Fotodetector	Referencias
Fotodiodo de Silicio (Quantum Sensor)	68 %
Fotodiodo de GaAsP	16 %
Fotodiodo de Silicio (Piranómetro)	7 %
Otros	9 %



# Li-Cor Li190SA

- Fococelda de Silicio
- Filtro de interferencia (400 – 700) nm
- Control de ángulo de incidencia
- Calibrado en mV por fotones de  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



# Técnica de Implementación

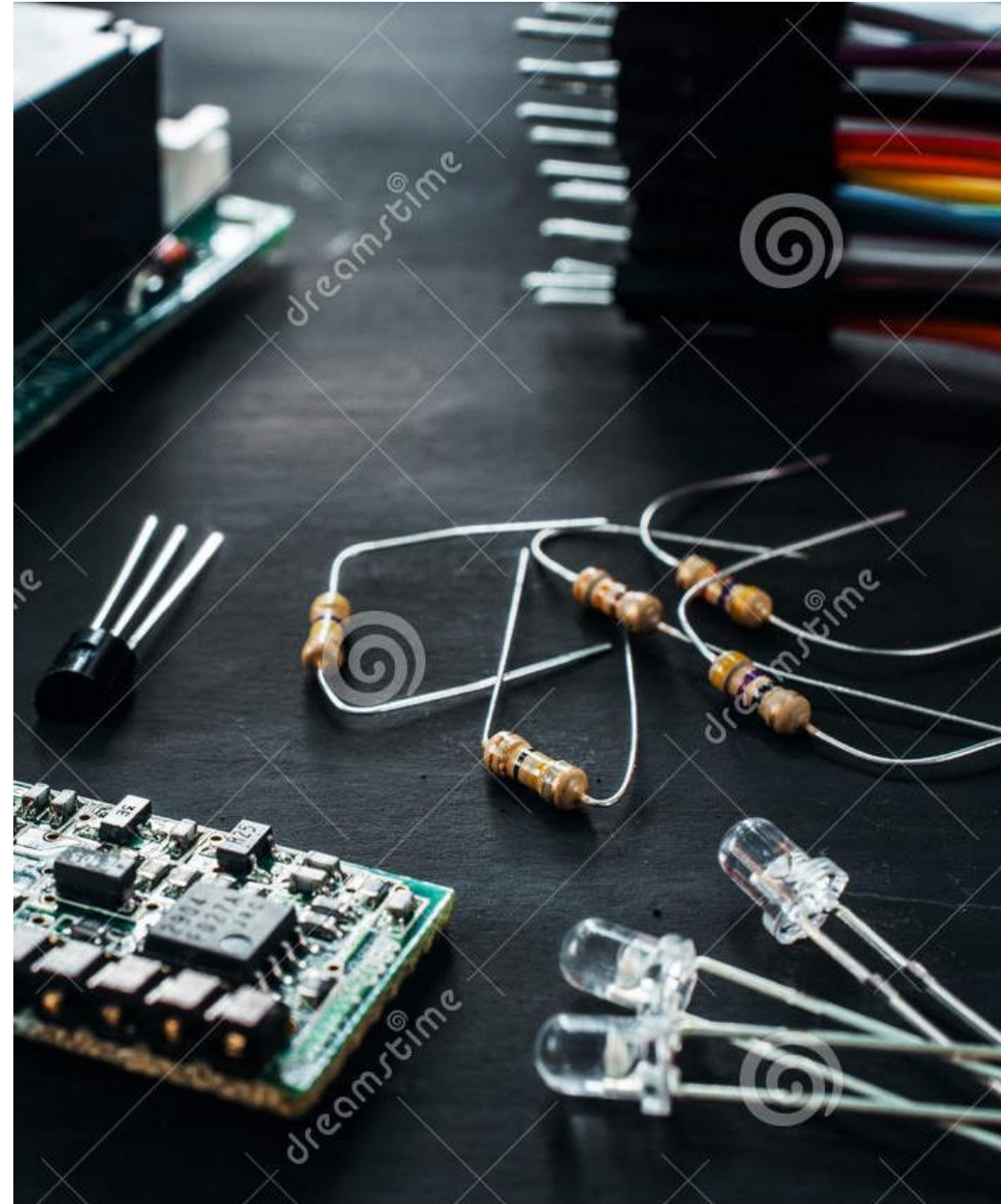
Técnica	Referencias
AMP-OP y Datalogger desarrollado	54 %
AMP-OP y Datalogger Comercial	33 %
Otras	13 %



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO



# Hardware y Software Open Source

- Arquitectura AVR (Harvard modificado), ESP (ARM)
- Compilador GCC-AVR y GCC-Extensa
- IDE Arduino, Atmel Studio 7, PlatformIO
- Documentación y comunidades de soporte
- Amplia disponibilidad de librerías





# Técnica de Calibración



Técnica	Referencias
Calibración con luz natural	53 %
Calibración con luz artificial	40 %
Otras	7 %



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO



# Exposición directa al Sol

- Aplica para cultivos a cielo abierto y en invernadero
- Validación de ángulo real de bajo costo
- Ajuste a condiciones geográficas de instalación
- Operación en condiciones reales de variabilidad climática



EXPOTECNOLOGÍA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO



# Conclusiones

- ✓ El fotodetector de mayor uso por investigadores corresponde al Fotodiodo de Silicio (Quantum Sensor – 68 %), en conjunto con un AMP-OP / Datalogger desarrollado sobre Arduino – ESP (54 %) y calibrado con luz natural (53 %).
- ✓ El sensor LICOR - LI190R, expone respuesta plana en el intervalo de los 400 a 700 nm, cuenta con corrección de factor coseno y es fácil adaptarlo a un diseño personalizado que incluya un amplificador de señal y Datalogger de bajo costo.



**¡Gracias por su atención!**



**EXPOTECNOLOGÍA**



**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO**