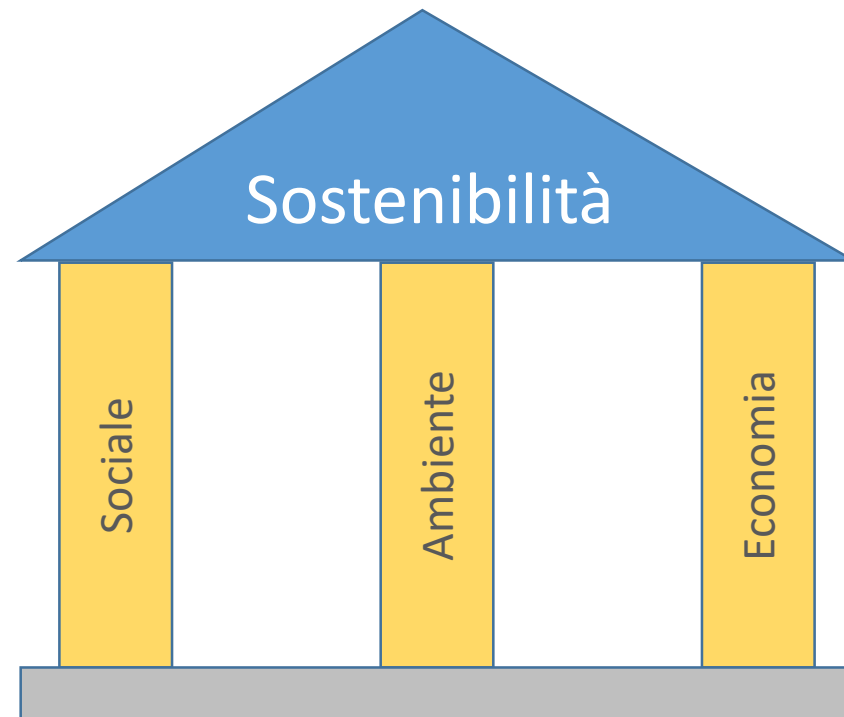
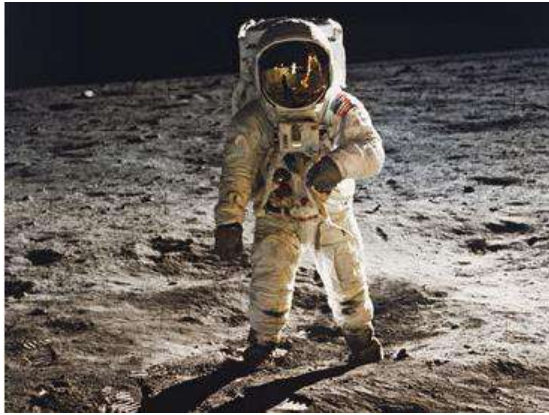


Come possiamo creare una industria sostenibile?



Prendendo le decisioni appropriate, ed agendo **oggi**, per ridurre l'impatto ambientale e proteggere la natura per **domani**

Sostenibilità nell'esplorazione spaziale



Buzz Aldrin – 2° Uomo sulla luna



Concept di serra spaziale



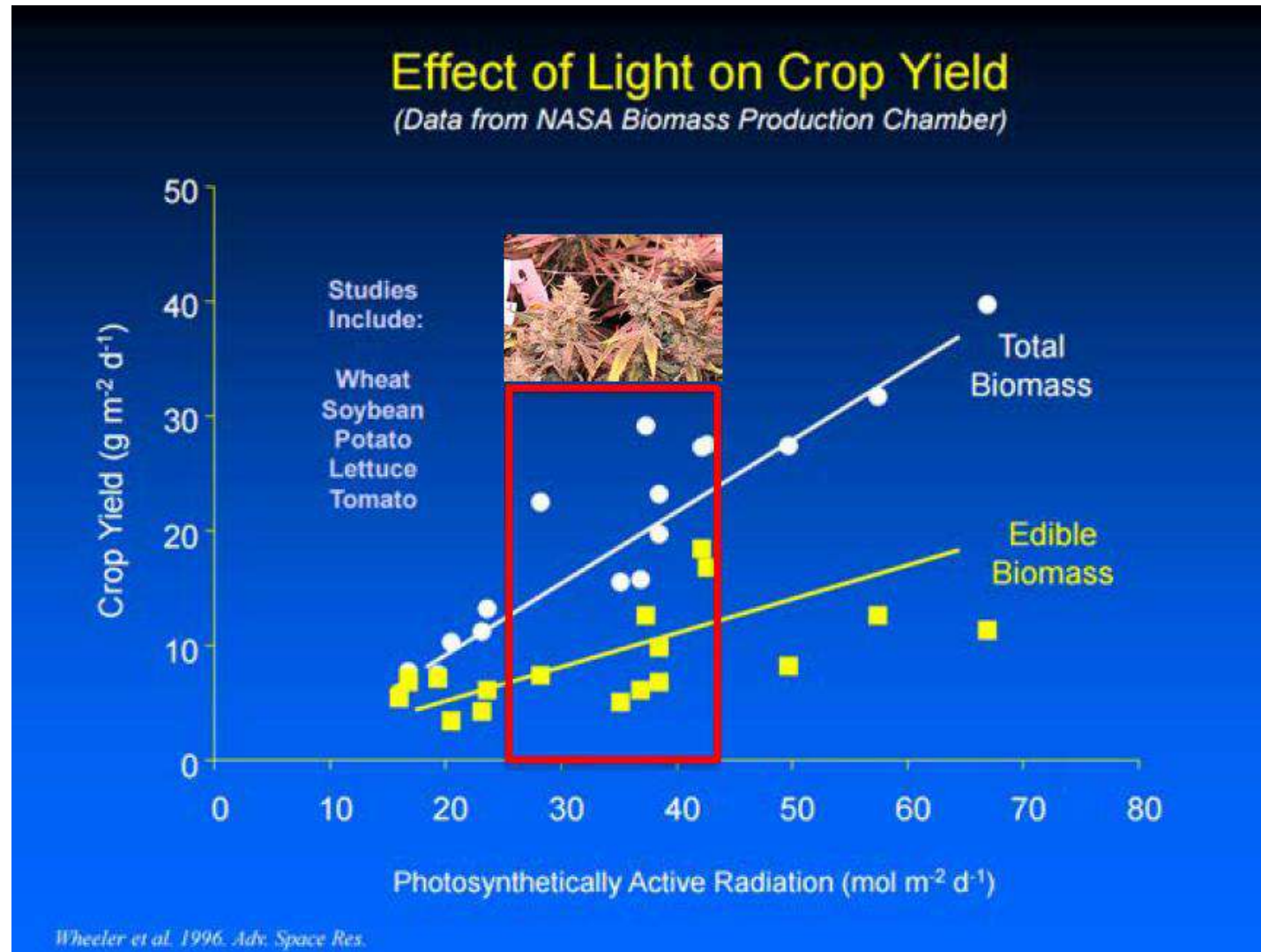
Il sollievo di Denver per la varietà «Spazio esterno»



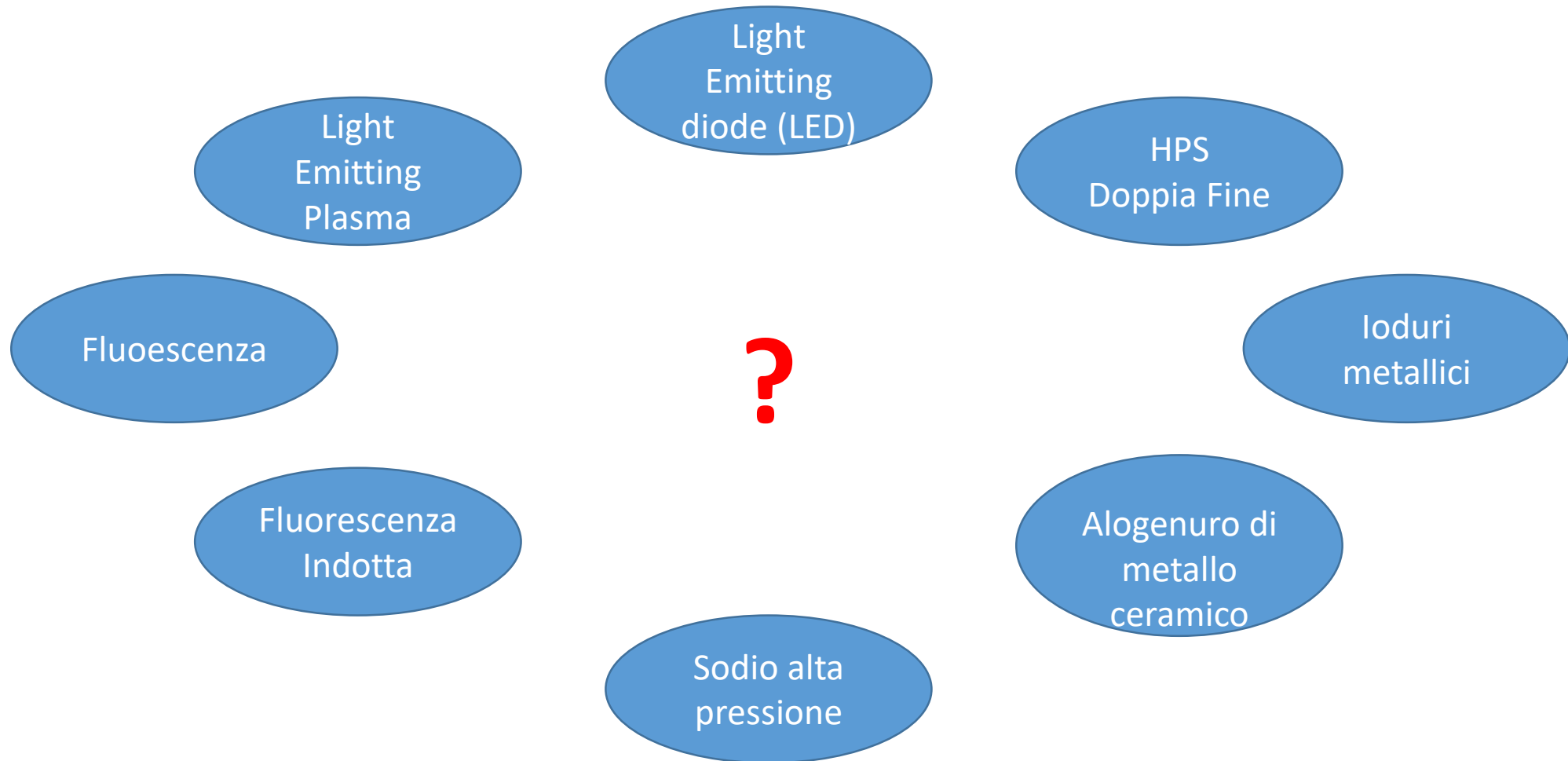
Camera per la produzione di biomassa – NASA KSC

Riduzione dell'energia necessaria alla missione

Studio sulla quantità di luce per raccolto



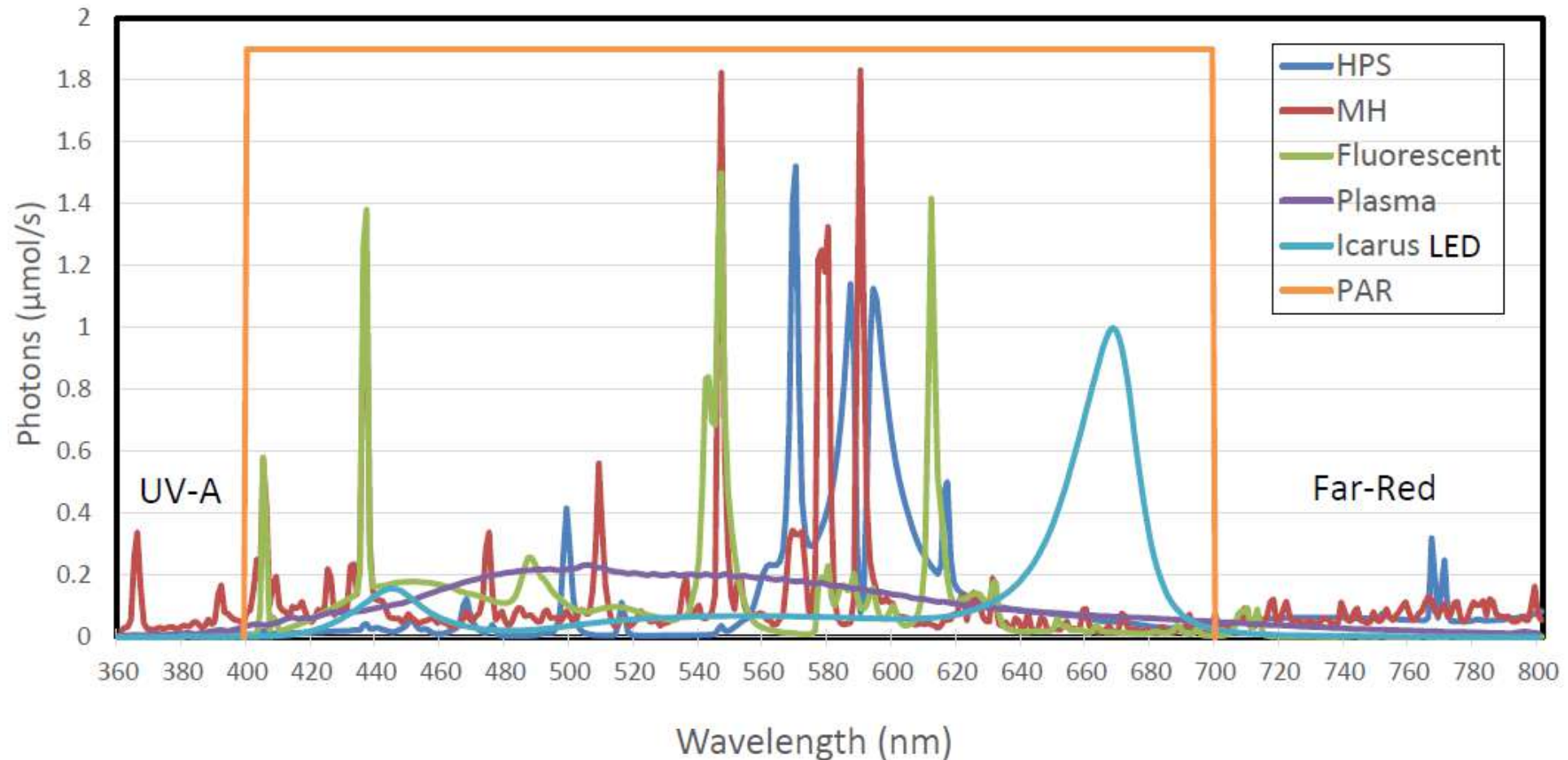
Molte tecnologie sono state etichettate «agricole»



Sono tutte state sviluppate per applicazioni di illuminazione umana

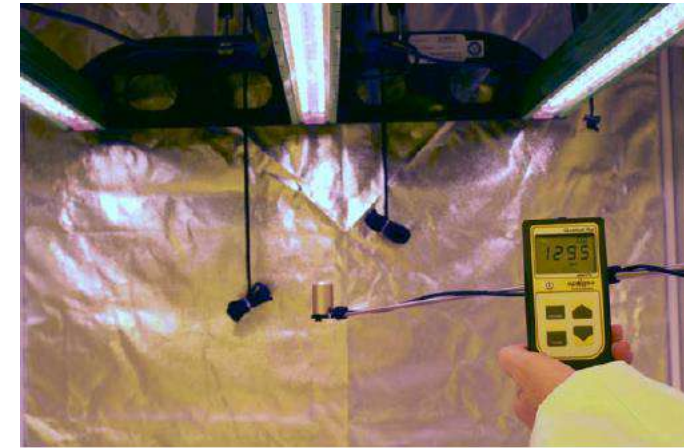
Tecnologie elettriche per l'illuminazione agricola

Electric Lighting Technologies for Agricultural Applications
Normalized to Equal PAR (400-700 nm)



Terminologia di misurazione per l'illuminazione vegetale

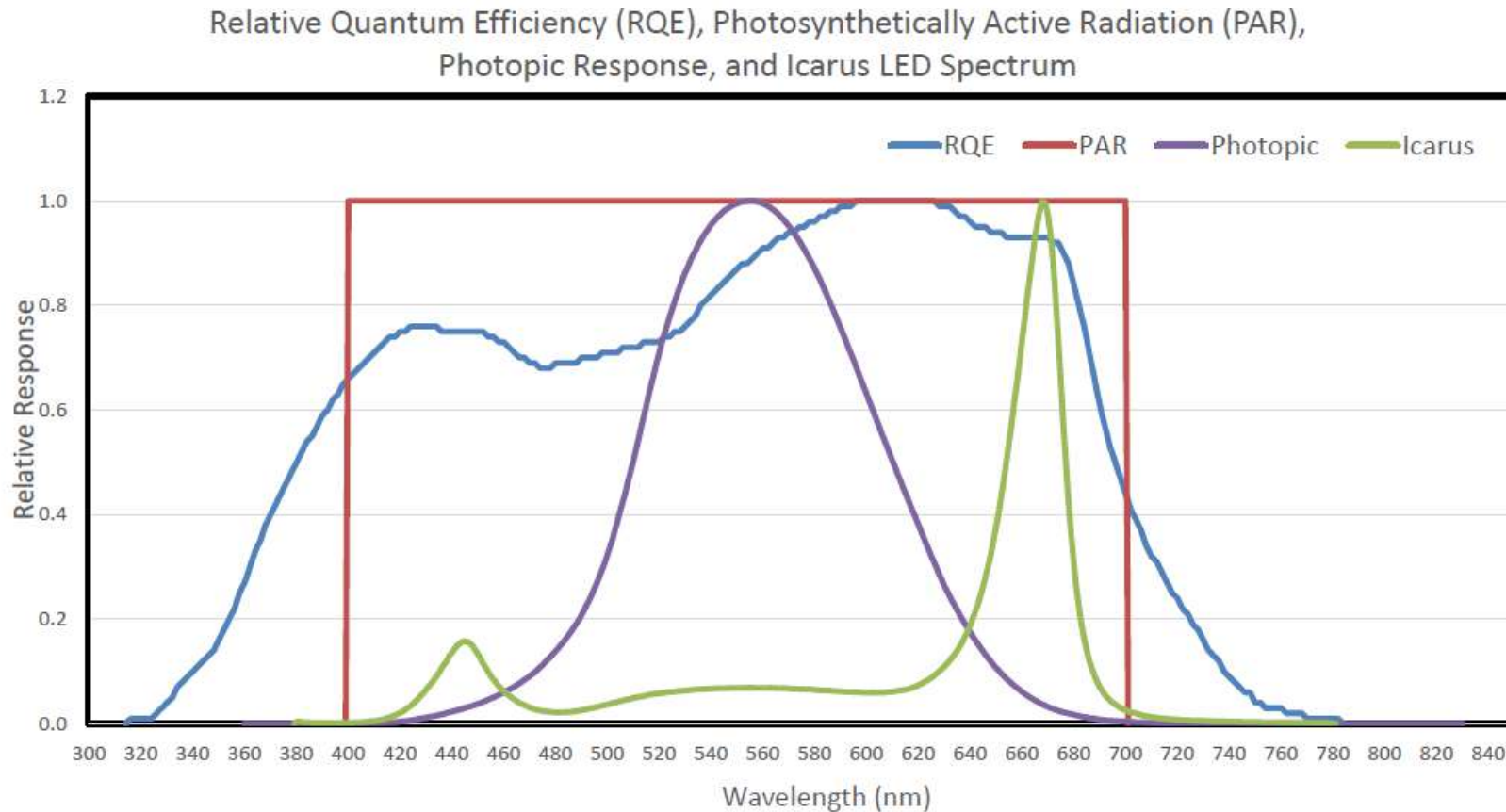
- **Radiazione attiva fotosintetica (PAR)**
 - Fotoni tra i 400 ed i 700nm
- **Flusso fotonico fotosintetico (PPF) e densità PPF (PPFD)**
 - Misurazione istantanea quantitativa del PAR
 - PPF=Rateo di produzione del PAR ($\mu\text{mol s}^{-1}$)
 - PPFD =Rateo dell'illuminazione su una data area ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- **Efficacia fotonica PAR**
 - Efficienza di conversione della potenza (watt or Joules/s) a PAR ($\mu\text{mol J}^{-1}$)
- **Luce giornaliera integrale**
 - L totale di PAR luce ricevuta durante un fotoperiodo ($\text{mol PAR fotoni m}^{-2} \text{d}^{-1}$)



Esempio di PPFD a DLI

- Luce a pieno giorno è $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- Inverno a mezza latitudine è $5-50 \text{ mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$
- Estate è $30-40 \text{ mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$
- Fiori di Cannabis: $600 - 1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- Fiori di Cannabis: $26 - 43 \text{ mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$

Persone e Piante, «vedono» lo stesso spettro?



- Il cervello umano «pesa» i fotoni basandosi sulla curva di risposta fotonica
- I pigmenti di assorbimento luce sono tutti simili alle lunghezze d'onda
- Crescita e fotosintesi sono primariamente dipendenti dal numero di fotoni PAR e non dalla lunghezza d'onda (spettro)

Comparazione tra illuminazioni commerciali

Source	Watts	PPF $\mu\text{mol/s}$	Efficacy $\mu\text{mol/J}$
HPS			
1000W Magnetic	1004	1161	1.16
1000W Electronic	1024	1333	1.30
Double-ended 1000W	1041	1767	1.70
LED			
Lowest LED	423	378	0.89
Highest LED	384	653	1.70
BIOS <i>Icarus Gi</i> *	660	1220	1.85
Ceramic Metal Halide			
315W 3100K	337	491	1.46
Fluorescent			
60W T8	58	48	0.84
400W Induction	394	374	0.95
Plasma			
300W LEP*	300	300	1.00

Table Derived From: Nelson, J.A. and B. Bugbee (2014) Economic Analysis of Greenhouse Lighting: Light Emitting Diodes vs. High Intensity Discharge Fixtures <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0099010>

*Derived from third party photometric lab analysis

Benefici dei LED sui fattori chiave delle piante

Intensità della luce

- Equivalente o PPFD migliorato sulla calotta
- PAR superiore sull'efficacia fotonica ($\mu\text{mol}/\text{J}$)

Spettro ottimizzato

- Lunghezza d'onda efficacemente assorbita per la fotosintesi

Risparmio energetico

- >50% comparato alle luci equivalenti HPS

Longevità e durabilità

- >50.000 ore di operazioni (>11anni per 12ore/giorno)

Riduzione dei materiali pericolosi

- Assenza di mercurio o altri contaminanti per le piante
- Nessun materiale da smaltire contaminante



La sfida è: sostenibilità ambientale

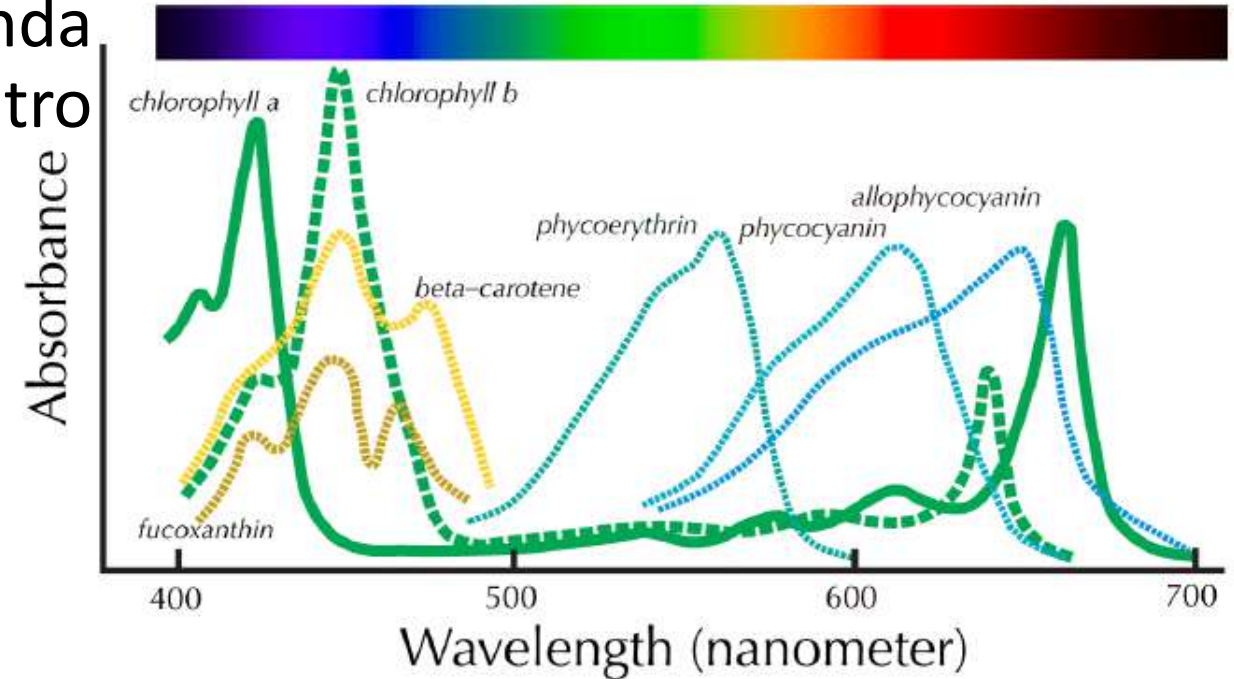
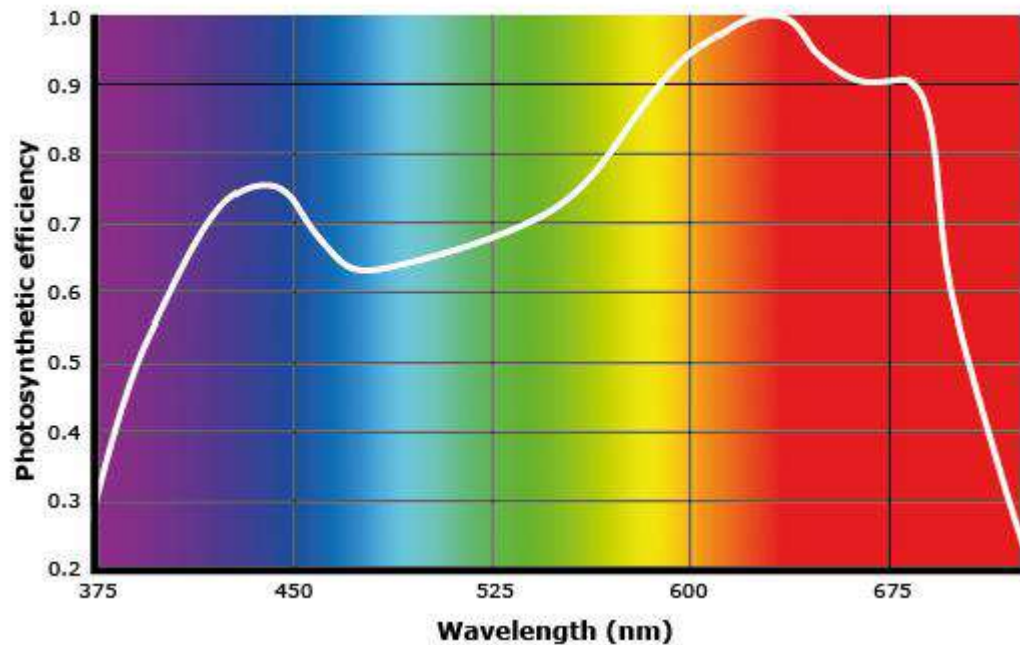
Quando la gente pensa alle luci LED per l'agricoltura..



Solitamente pensano alla luce Viola

Pigmento fotosintetico nelle piante

Assorbimento della lunghezza d'onda
dei pigmenti in vitro



La curva di McCree: risposta fotosintetica «in situ» media per numerose specie di piante

LED ad alta produzione e ampio spettro

- ✓ Migliore **saturatione del colore**
- ✓ Miglioramento dell'**ambiente** lavorativo
- ✓ Miglioramento di **assorbimento del pigmento fotosintetico**
- ✓ Migliorata la capacità di valutazione della salute del coltivato
 - ✓ Insetti **facilmente visibili**
 - ✓ Contaminazioni microbiche **facilmente individuabili**
 - ✓ **Facilmente individuabili** le carenze nutritive ed tossicità



La sfida è: **La massima resa**

Comparazione LED Vs. HPS

	Canada #1			Canada #2			Denver Relief #1			Denver Relief #2			NWCS		
Treatment	Bud Dry Weight (g/plant)	THC (%)	CBD (%)	Bud Dry Weight (g/plant)	THC (%)	CBD (%)	Bud Dry Weight (g/plant)	THC (%)	CBD (%)	Bud Dry Weight (g/plant)	THC (%)	CBD (%)	Bud Dry Weight (g/plant)	THC (%)	CBD (%)
Icarus LED	66.5	0.45	11.0	181.7	5.45	8.12	78.5	15.8	-	263.6	22.0	-	126.0	-	-
1000W HPS	36.5	0.48	11.1	156.8	4.23	6.36	47.6	15.8	-	139.9	22.7	-	119.0	-	-
% Change	82	-7	-0.9	16	29	28	65	0	-	88	-3	-	6	-	-

Terpene (mg/g)	1000W HPS	Icarus LED	% Difference
(-)-Borneol	0.102	0.125	22
(-)-Caryophyllene oxide	0.271	0.257	-5
(L)- α -Terpineol	0.294	0.323	10
b-Pinene	0.267	0.425	59
Geraniol	0.132	0.130	-2
Limonene	1.22	2.750	125
Linalool	0.746	0.834	12
Myrcene	1.00	3.775	278
Terpinolene	0.0801	0.102	27
trans-Caryophyllene	14.4	11.650	-19



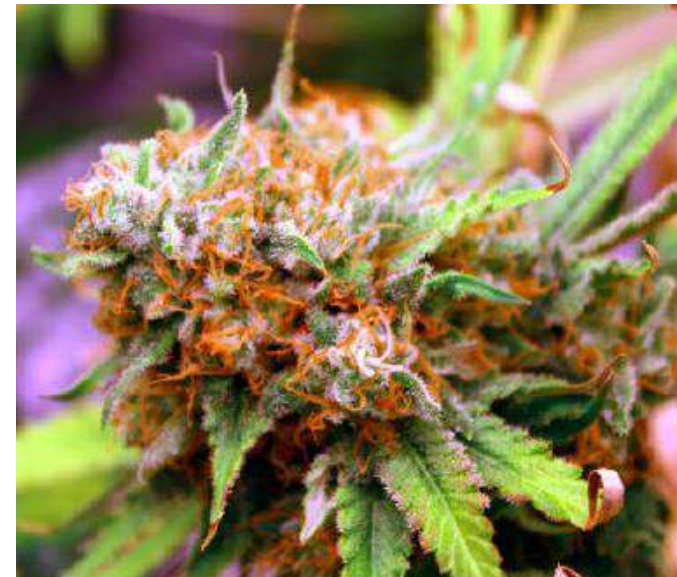
Esempio: Potenza consumata e resa del raccolto

Fixture	Wattage	Qty	Total kW	Yield (g/year)	Total kWh/year	Yield (g/kWh)	Yield (g/ft ²)	Yield Value (\$)	Electrical Cost/year	Heat Load BTU/h	HVAC Tons
660W LED	660	100	66	272,500	221,760	1.23	34.1	\$973,214	\$23,950	225,201	19
1000W DE HPS	1060	100	106	235,250	400,512	0.59	29.4	\$840,179	\$43,255	361,687	30
Difference	- 400	--	- 40	+ 37,250	- 178,752	+ 0.64	+ 4.7	+ \$133,035	- \$19,305	- 136,486	- 11

Data extrapolated from Canada Test #2

Ipotesi:

- 5 cicli per anno
- 56 giorni di ciclo fiorente (280giorni/anno)
- 0,092kWh
- kWh/anno per HPS richiedono un addizionale HVAC raffreddamento sull'energia necessaria per i led
- Prezzo Fiori €1300_{/453g}



Ritorno d'investimento LED (ROI)

Esempio di **900 m²** con appropriata illuminazione LED:

- **€ 146.000** di **risparmio energetico** *
- **€ 112.000** di **risparmio sulla manutenzione ordinaria****
- **€ 400.000** di **aumento di produttività*****
- Risparmio aggiuntivo di spese di raffrescamento

Tecnologia LED + produzione di Cannabis = Aumento della redditività e del flusso di cassa

Questo risparmio di costi ed incremento ammonta ad un +574% ROI sulla vita del prodotto ed 11 mesi di ammortamento (nuove c



Ritorno d'investimento LED (ROI)

Esempio di **900 m²** con appropriata illuminazione LED:

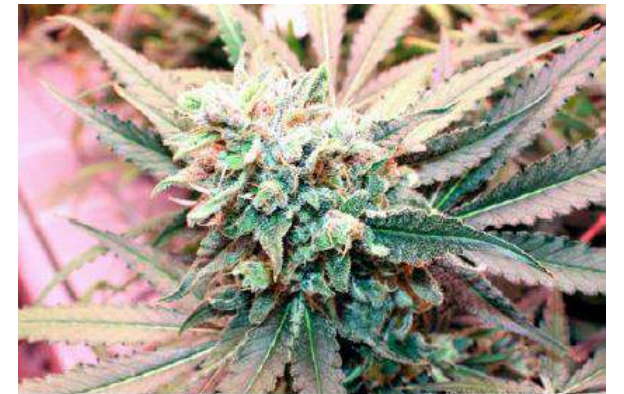
- **€ 146.000** di **risparmio energetico** *
- **€ 112.000** di **risparmio sulla manutenzione ordinaria** **
- **€ 400.000** di **aumento di produttività** ***
- Risparmio aggiuntivo di spese di raffrescamento
 - * Based on Xcel Energy's average commercial rate of **\$ 0,108 in Colorado**
 - ** Assuming one **HPS lamp (\$100) is replaced every six months**, and one ballast (\$250) every 2.5 years
 - *** Based on modest **5% yield increase** typically experienced with a industrial grade LED product

Questo risparmio di costi ed incremento ammonta ad un +574% ROI sulla vita del prodotto



Il rischio con la scelta del prodotto a LED

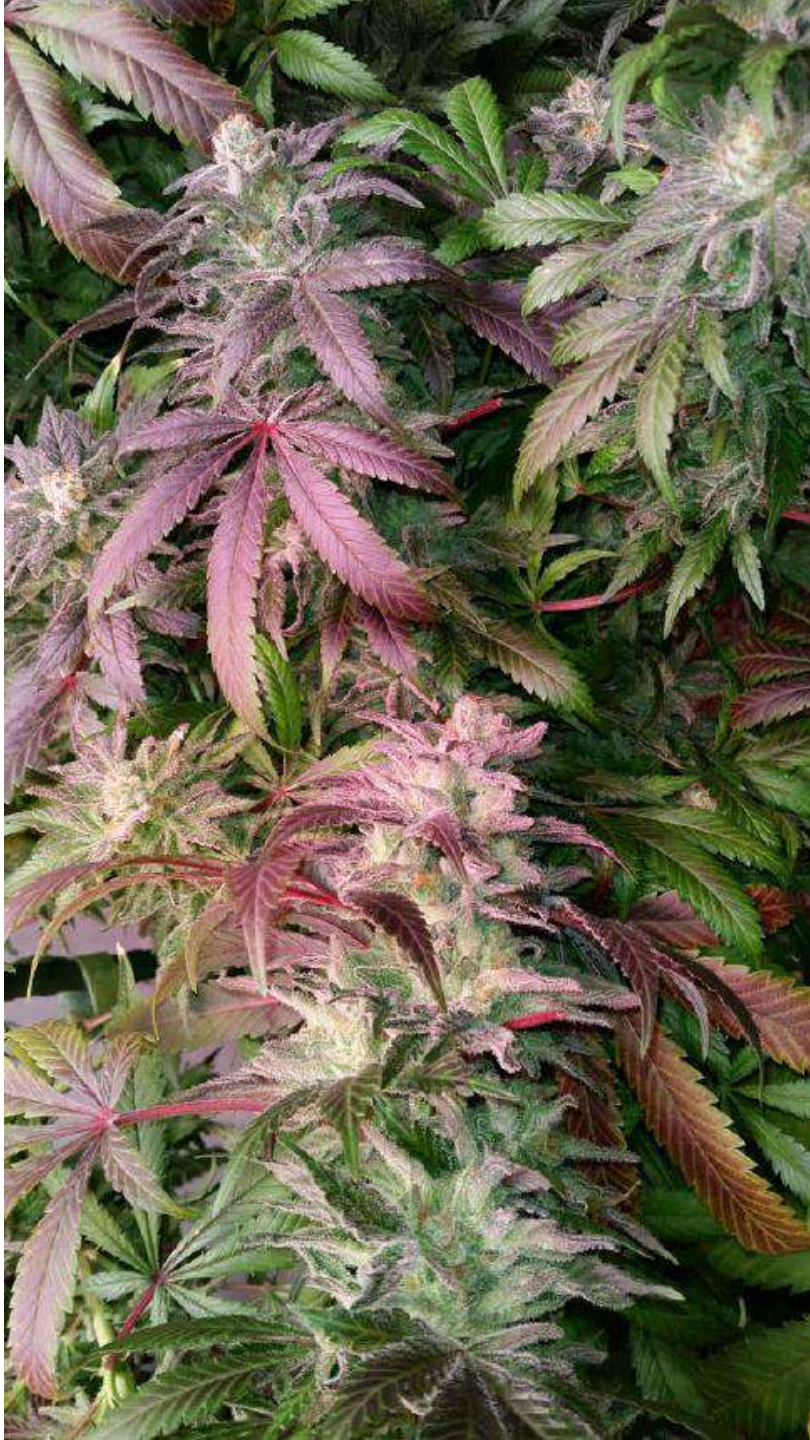
- Nessuno standard di prestazione nelle tecnologie di illuminazione agricola
- Mancanza di esperienza specifica per integrare i LED nell'ambiente dell'orticoltura
 - L'utente deve comprendere come usare il prodotto
- Prodotti di target consumer, usati per operazioni commerciali
 - Il trattore paragonato ad un tagliaerba
- Prodotti complicati
 - Caratteristiche non necessarie = rischio non necessario
- Uniformità della luce
 - La luce uniforme, porta ad un raccolto uniforme



La maggioranza dei prodotti LED non sono di qualità professionale, i coltivatori commerciali, devono conoscere la differenza.

Dati accurati ed appropriati dati di performance

- Par consegnati in termini di $\mu\text{mol PAR/s}$
- Efficienza del apparecchio in termini di $\mu\text{mol PAR/J}$
- Potenza effettiva dell'apparecchio (non la somma della potenza dei LED)
- Livelli medi di PAR su un'area a diverse altezze di utilizzo
- Progettazione e costruzione duratura dell'applicazione



Grazie per l'attenzione

Buona coltivazione