

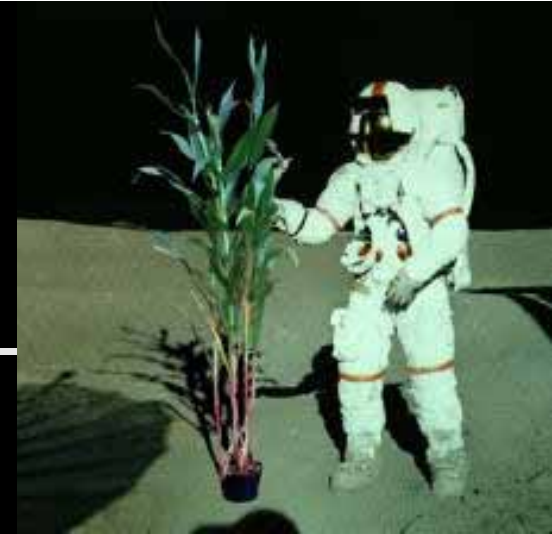
L'influenza della microgravità sulla crescita dei vegetali

Francesco SACCARDO

Dip. di Produzione Vegetale
Università della Tuscia (VT)
E-mail: saccardo@unitus.it



Perchè le piante nello spazio



Cibo fresco

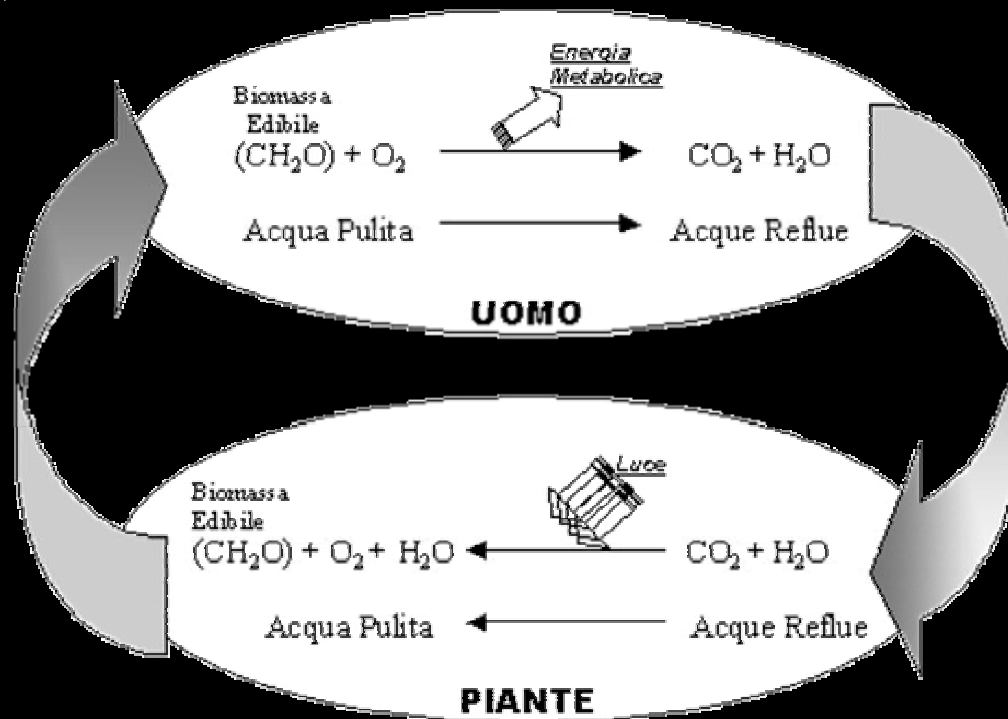
Depurazione dei reflui

Produzione di O_2 e rimozione della CO_2

Conforto psicologico

Conoscenza della biologia e fisiologia vegetale

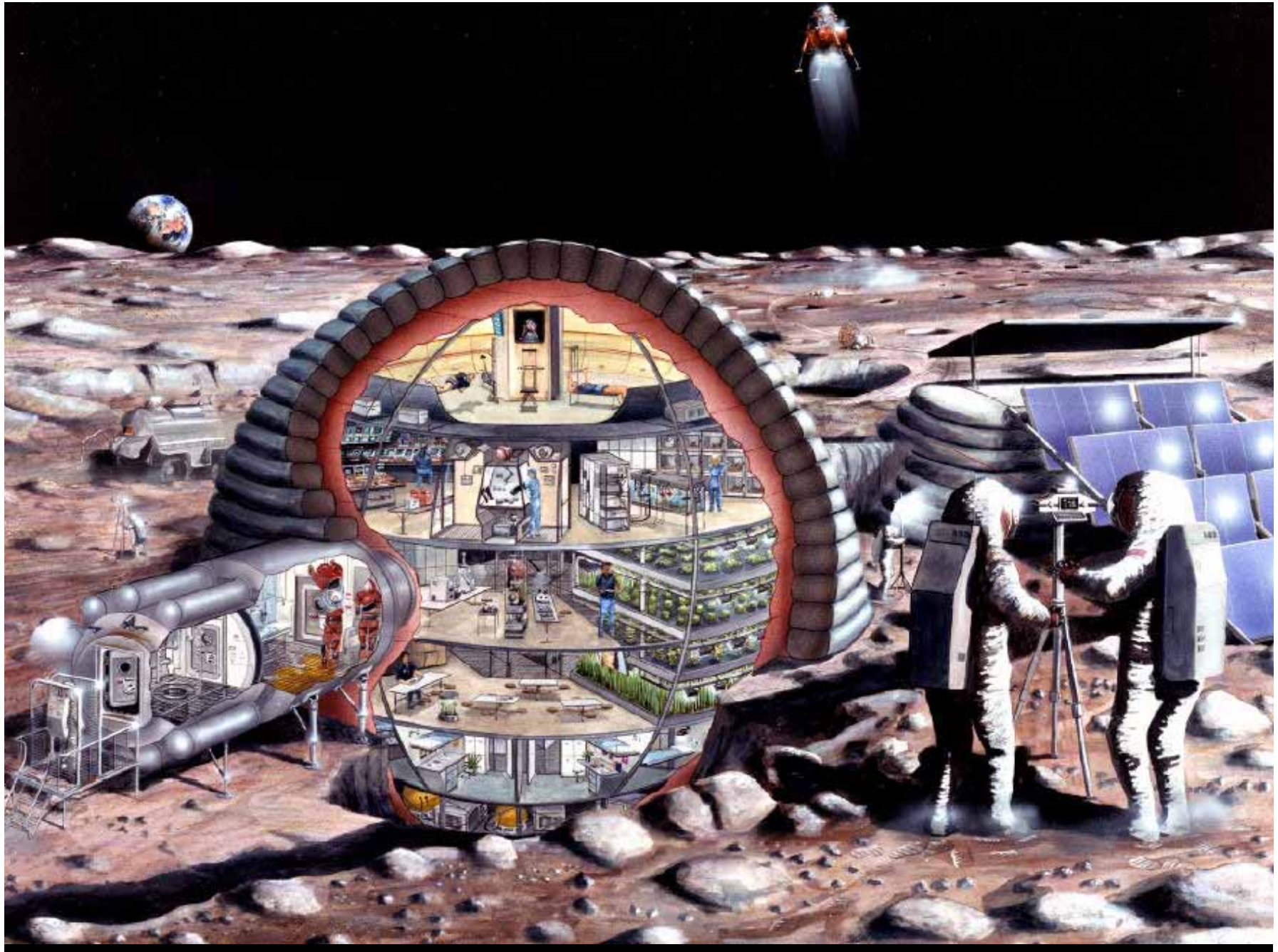
Bioregenerative life support system

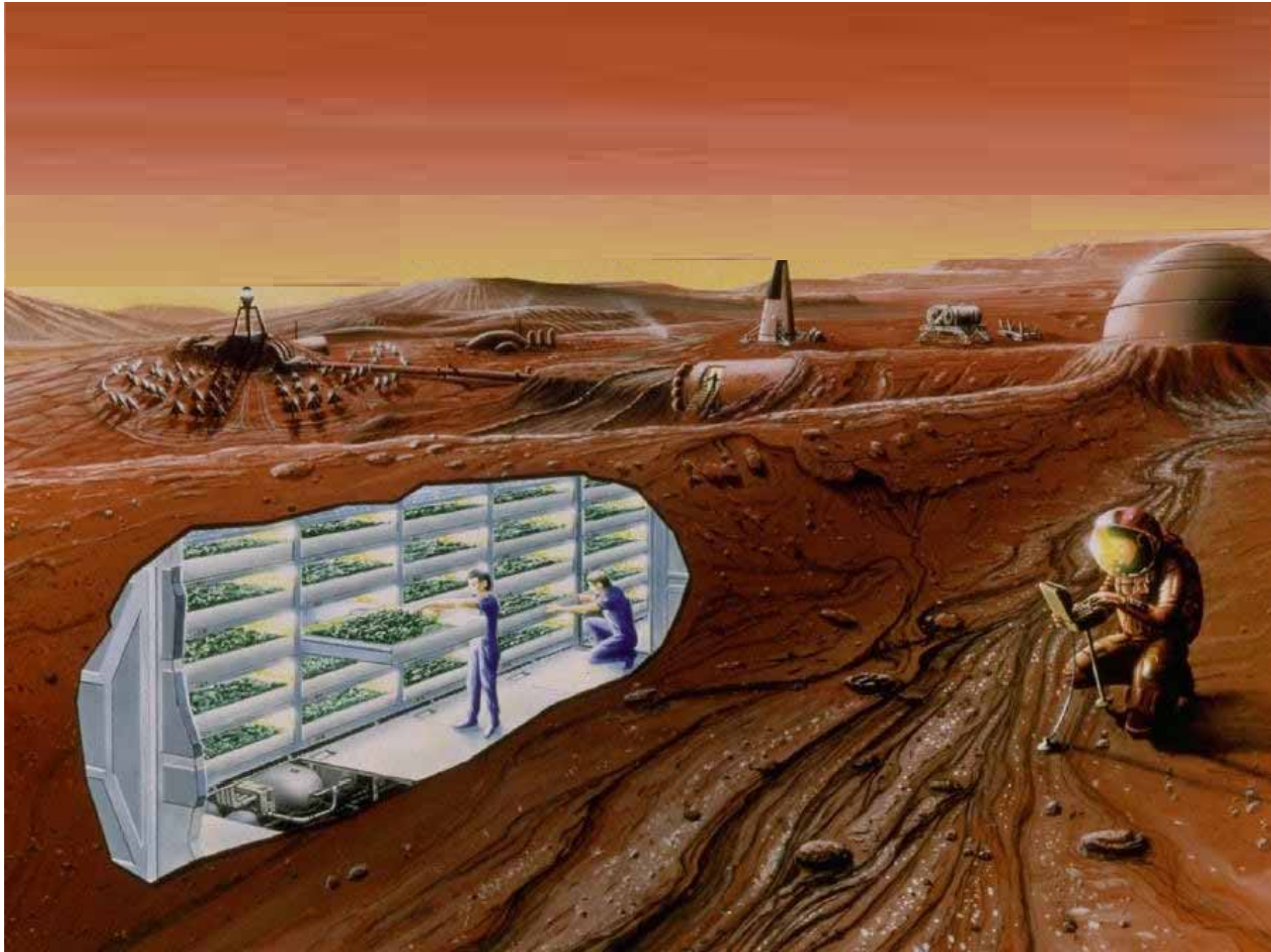


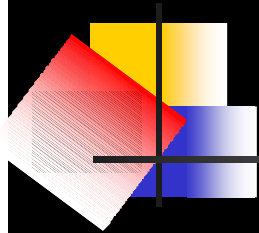
Autosufficiente

Affidabile

Prevedibile







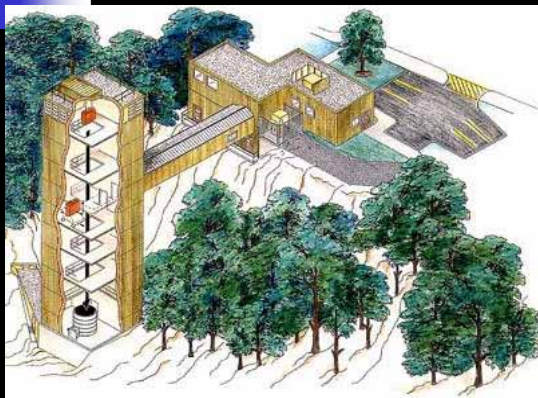
Fattori critici

Microgravità

Radiazioni cosmiche



La microgravità ... come ottenerla?



Torri a caduta



Voli parabolici



Razzi

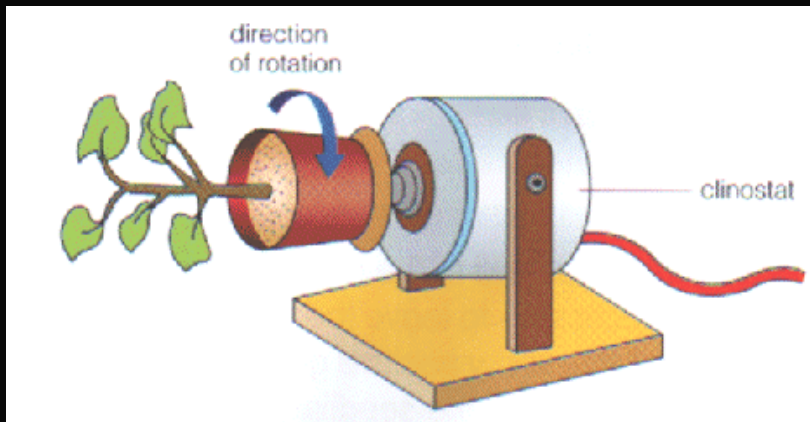


Space Shuttle



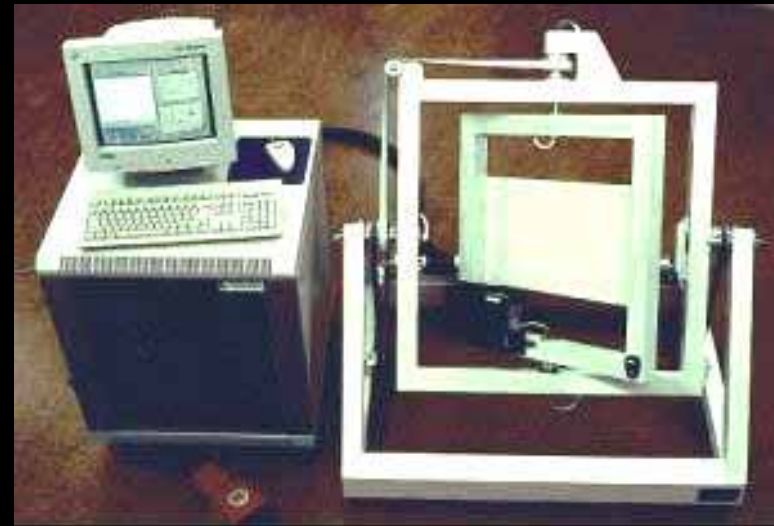
International Space Station

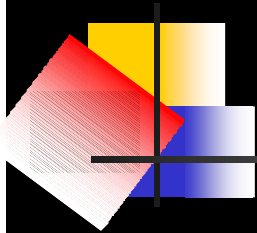
La microgravità ... come simularla?



Clinostato uniassiale

Clinostato tri-assiale





Effetti sulla pianta

Alterazioni del processo germinativo

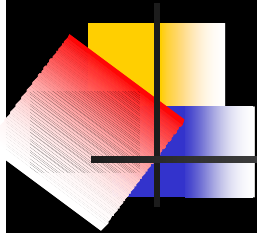
Disorientamento della crescita

Alterazioni del processo riproduttivo

Mutazioni genetiche

Produzione ridotta o assente

Scadimento qualitativo



Obiettivi

Sviluppo di un sistema idroponico a ciclo chiuso per la coltivazione di ortive (piante adulte e germinelli) in condizioni di microgravità simulata

Selezione di genotipi di ortive per la produzione di cibo fresco (foglie, frutti e germinelli) in condizioni di microgravità

Studio della biologia della riproduzione per la realizzazione di un ciclo 'seed to seed' in condizioni di microgravità simulata

Studio dell'influenza della microgravità simulata e reale su crescita, produzione e qualità di germinelli e di ortive da foglia e da frutto



Progetti (2000-2006)



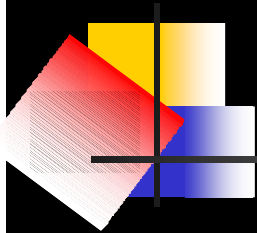
Progetti ASI in microgravità simulata

Space GreenHouse

Risposta morfologica e fisiologica a gradienti elettrochimici di sistemi vegetali in condizione di microgravità'

Progetto Regione Lazio in microgravità reale (missione ENEIDE)

Agrospace Experiments (Seedlings; Space Beans for Students)



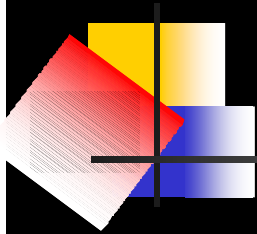
Collaborazioni e competenze

DiProVe, Università della Tuscia: F. Saccardo; G. Colla; C.M. Rivera (fisiologia e orticoltura)

IBAF, CNR di Porano: A. Battistelli; S. Moscatello; S. Proietti (fisiologia e qualità del prodotto)

DABAC, Università della Tuscia: A. Mazzucato; G.P. Soressi (genetica)

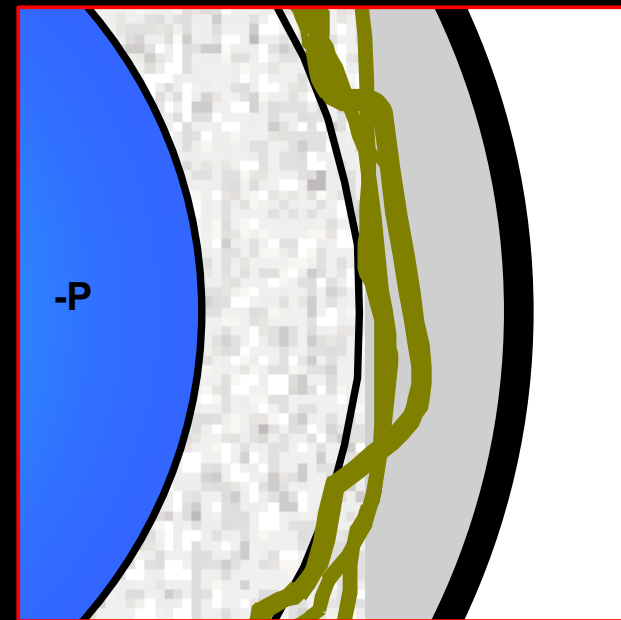
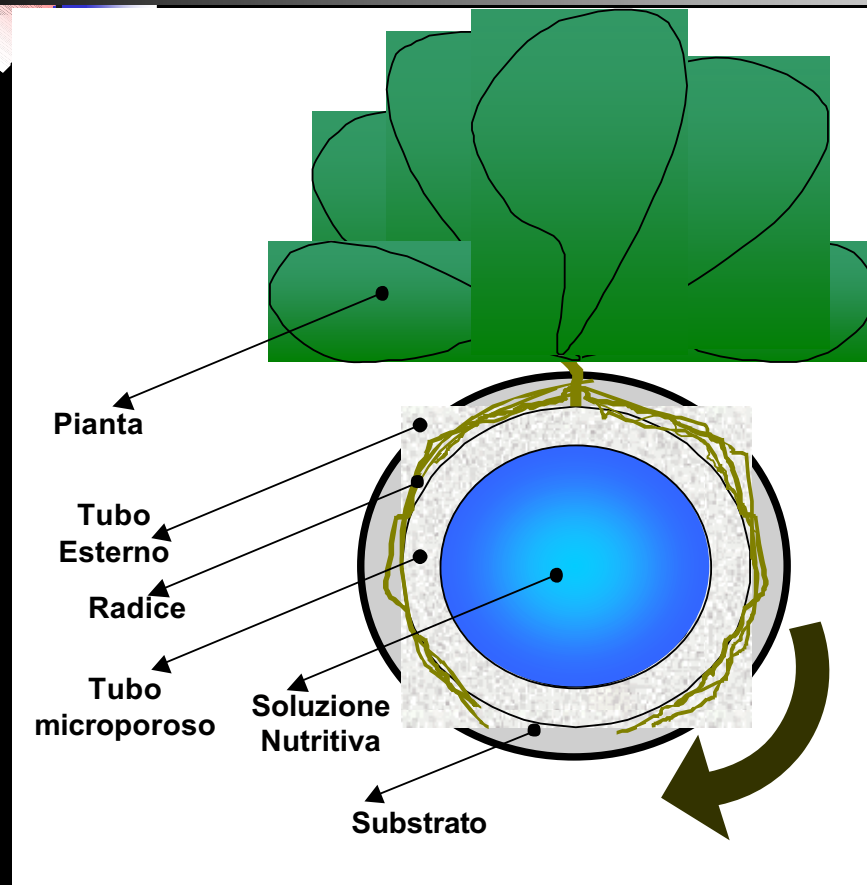
Azimut, Dott. M. Casucci (ingegneria e informatica)



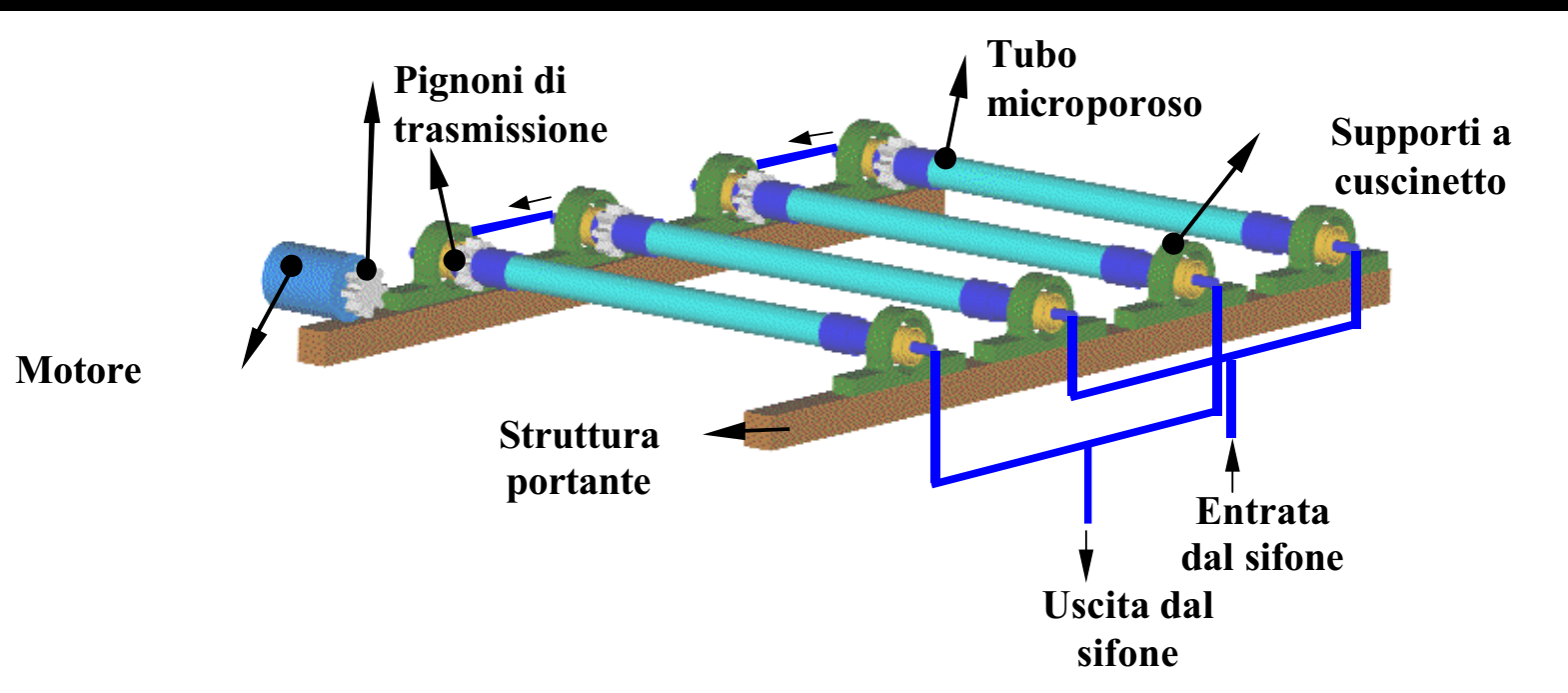
**Sviluppo di un sistema idroponico a ciclo chiuso
per la coltivazione di ortive (piante adulte e
germinelli) in condizioni di microgravità simulata**

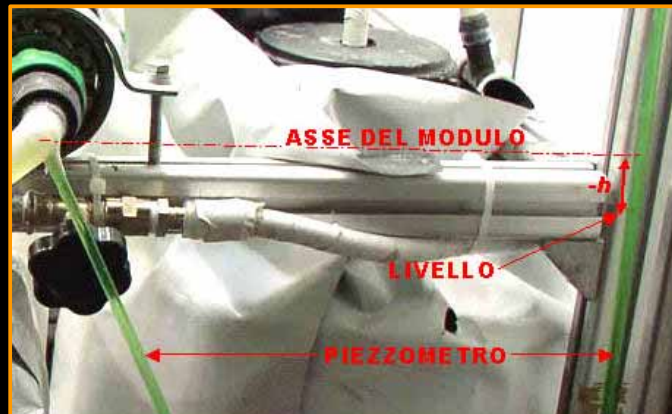
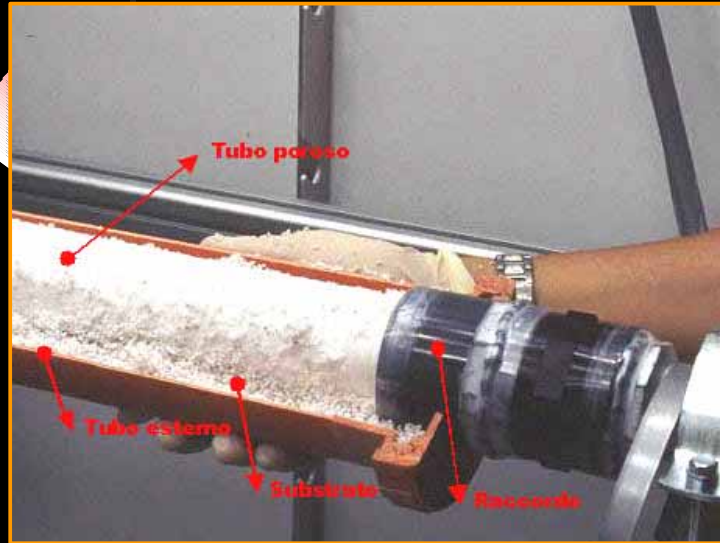
Sistema idroponico a ciclo chiuso

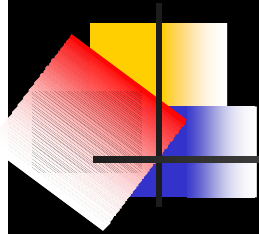
"Porous tube Nutrient Delivery System"



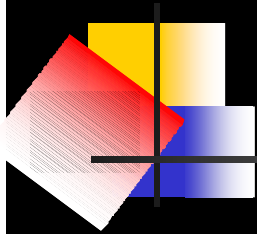
Sistema di clinorotazione







Selezione di genotipi di ortive per la produzione di cibo fresco (foglie, frutti e germinelli) in condizioni di microgravità



Ideotipo per la coltivazione in microgravità

Habitus vegetativo contenuto

Ciclo breve

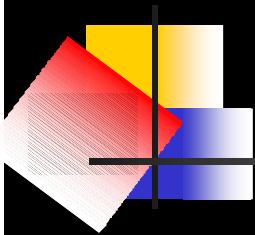
Capacità riproduttiva

Produttività elevata

Alti valori di efficienza fotosintetica netta

Elevato *harvest index*

Alta uniformità ed elevata contemporaneità di maturazione



Genotipi selezionati per la produzione di ortaggi (foglia e frutti) in microgravità

Lattuga

Trattamento	Parte epigea			Area fogliare (cm ²)	Peso secco specifico fogliare (mg/cm ²)	Peso secco radici (g)	Shoot/root
	Peso fresco (g)	Peso secco (g)	Sostanza secca (%)				
Mortadella di primavera	32,3a	2,2a	6,8b	697,3a	3,0a	0,6a	3,8
Bionda degli ortolani	5,7b	0,4c	7,6a	268,7b	2,1b	0,1c	3,9
Rosario	12,2b	0,9b	7,0ab	329,2b	2,4b	0,2b	3,8

Pomodoro



Caratteristiche positive di Microtom (oltre alle dimensioni)

- buona fertilità
- ciclo molto breve (70-90 d)
- controllo oligogenico *self pruning* (sp, habitus determ.)
dwarf (d, internodi raccorciati)
miniature (mnt, organi più piccoli)
geni modificatori

TECHNICAL ADVANCE

A new model system for tomato genetics

Rafael Meissner¹, Yuval Jacobson², Sarah Melamed¹,
Shai Levyatuv², Gil Shalev¹, Amram Ashri²,
Yonatan Elkind² and Avraham Levy^{1,*}

¹Plant Genetics Department, The Weizmann Institute of
Science, Rehovot, 76100 Israel, and

²Department of Field Crops, Vegetables and Genetics,
Faculty of Agricultural, Food, and Environmental Quality
Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot
76100, Israel

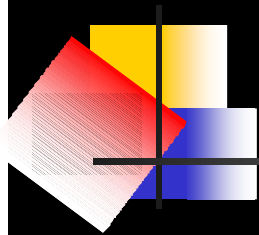
Microtom





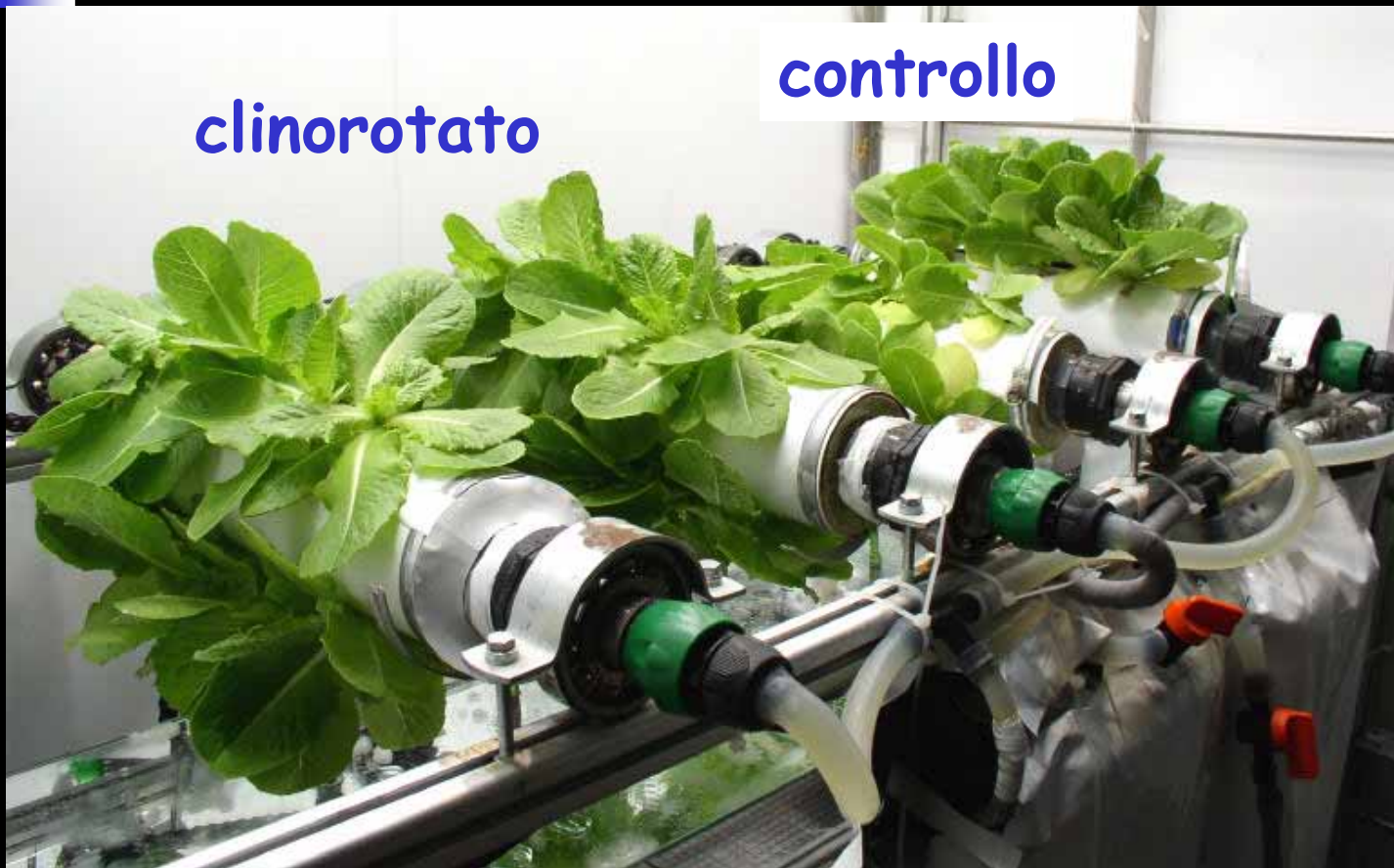
Genotipi selezionati per la produzione di germinelli in microgravità

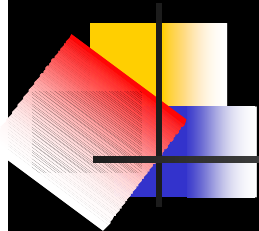
Coltura	Clorofilla totale (mg/100g f.w.)	Carotenoidi totali (mg/100g f.w.)	Vitamina C (mg/100g f.w.)
Rucola	24,5 a	7,7 a	57,8 a
Lenticchia	5,4 c	1,5 c	36,0 b
Orzo	13,1 b	3,0 b	17,9 c



**Studio dell'influenza della microgravità simulata
su crescita, produzione e qualità di ortive da
foglia e da frutto**

Influenza della microgravità sull'habitus vegetativo in lattuga

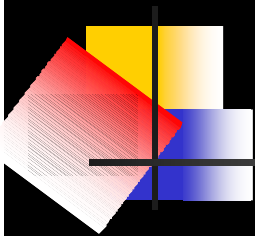




Caratteristiche morfologiche

Controllo
Clinorotato



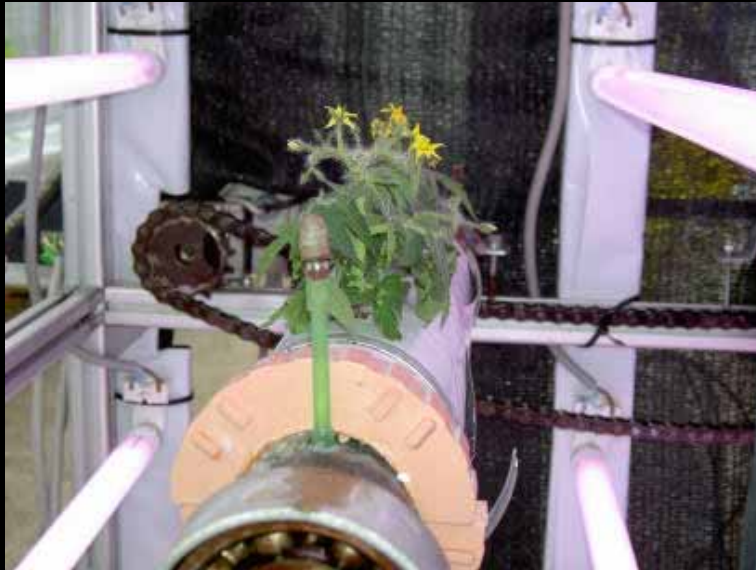


Influenza della microgravità sugli aspetti morfo-fisiologici e produttivi in lattuga

Trattamenti	Parte epigea			Area fogliare (cm ²)	Peso secco specifico fogliare	Peso secco radici (g)	Shoot/root
	Peso fresco (g)	Peso secco (g)	Sostanza secca (%)				
Controllo	20,7a	2,0a	9,7a	568,5a	3,5a	0,9a	2,3a
Clinorotazione	15,8b	1,1b	6,9b	443,5b	2,5b	0,6b	2,0b



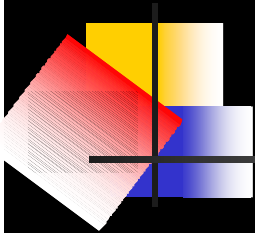
Influenza della microgravità sulle caratteristiche morfologiche del pomodoro (cv MicroTom)



piante clinorotate
inizio fioritura

piante clinorotate
in piena fioritura

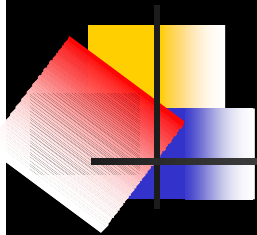




**piante clinorotate
inizio maturazione**

**piante controllo
inizio maturazione**



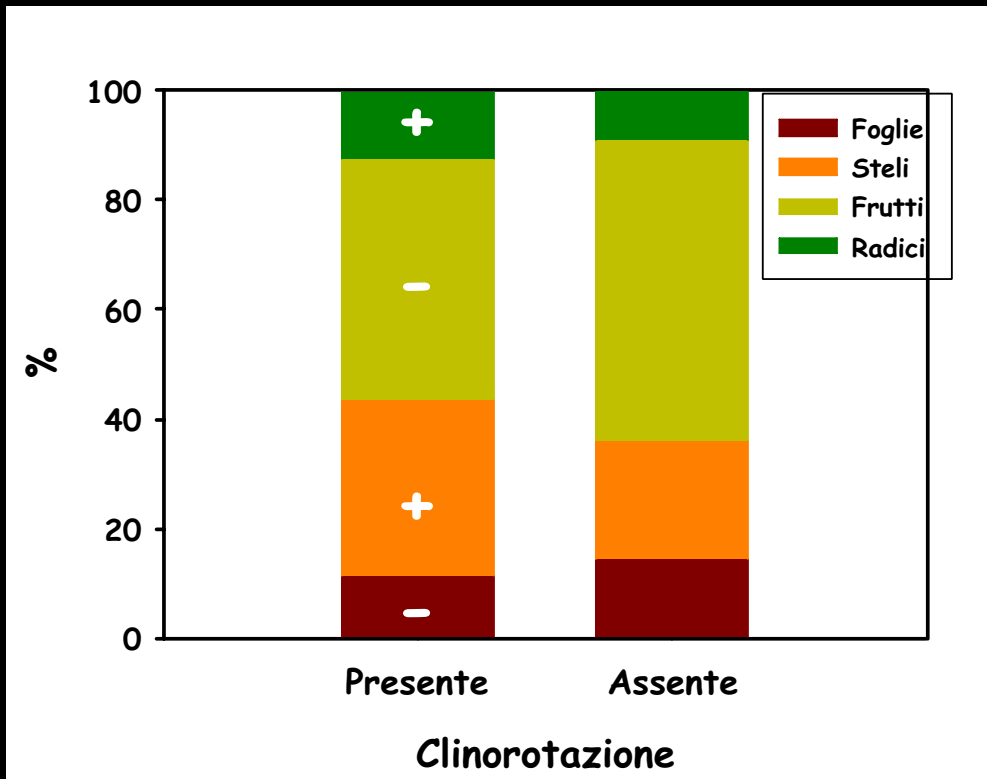


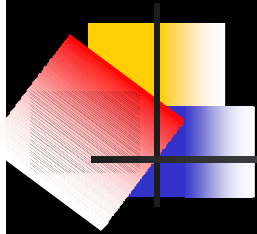
Influenza della microgravità simulata produzione in pomodoro (cv MicroTom)

Trattamenti	Produzione					
	Totale		Frutti piccoli ($\varnothing < 15$ mm)		Frutti grandi ($\varnothing > 15$ mm)	
	Peso fresco (g)	Numero	Peso fresco (g)	Numero	Peso fresco (g)	Numero
Controllo	53,1a	22,5a	15,9a	13,9a	37,1	8,6
Clinorotazione	43,5b	15,9b	7,6b	6,2b	34,9	9,6

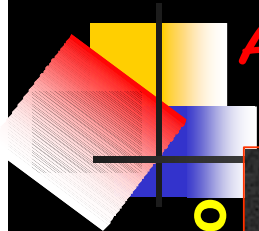
Influenza della microgravità sulla produzione di biomassa e sulla sua ripartizione nei diversi organi in pomodoro (cv MicroTom)

Clinorotazione - 10% di biomassa secca totale



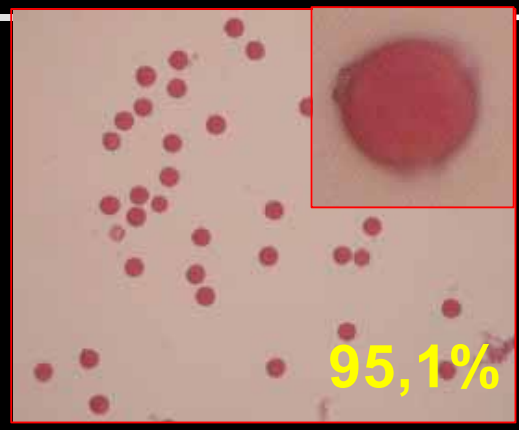
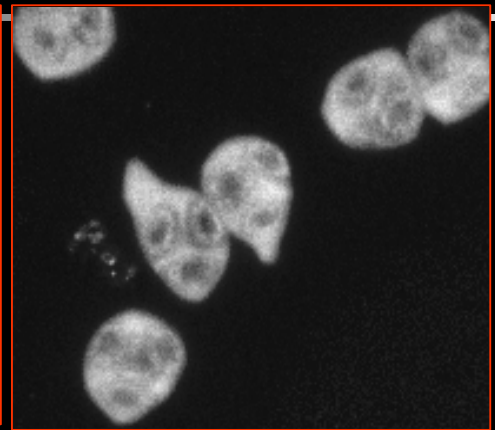
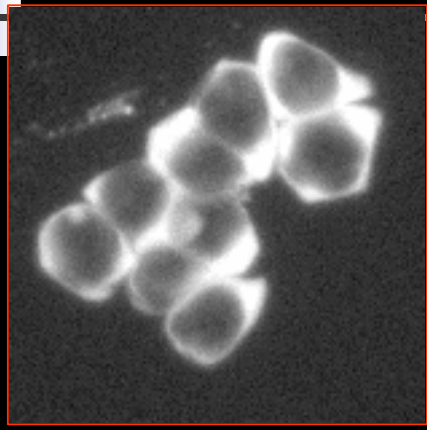


**Studio della biologia della riproduzione per la
realizzazione di un ciclo 'seed to seed' in
pomodoro allevato in condizioni di microgravità
simulata**

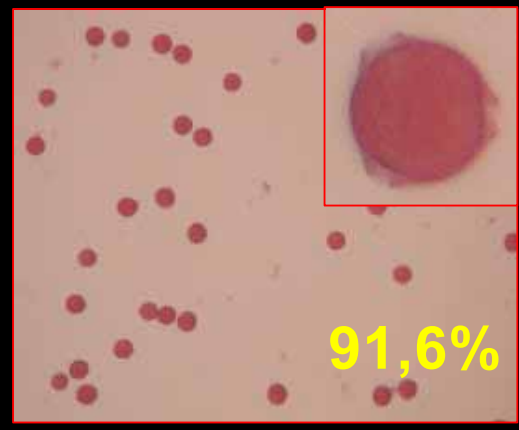
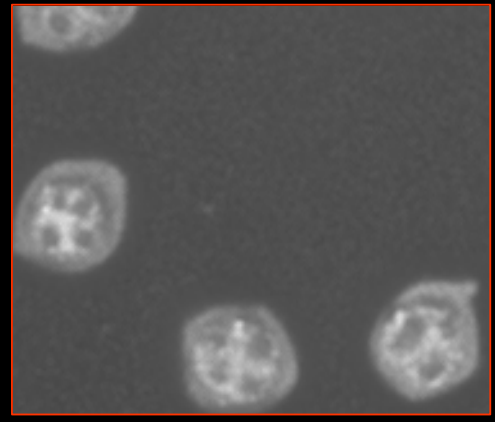
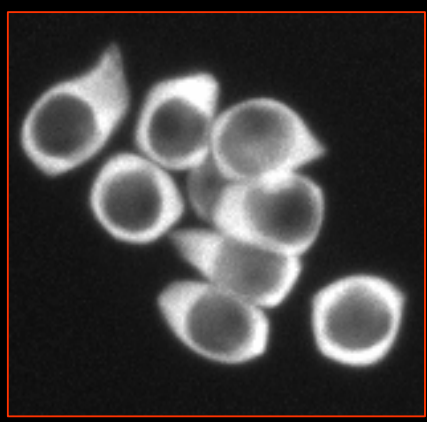


Analisi della meiosi maschile e della formazione del polline

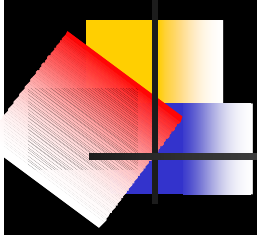
controllo



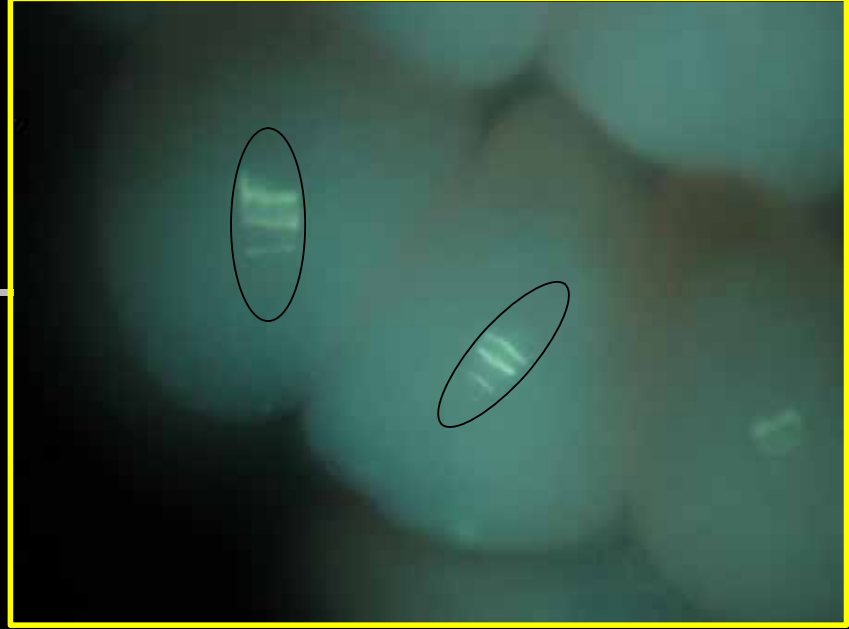
clinorotato



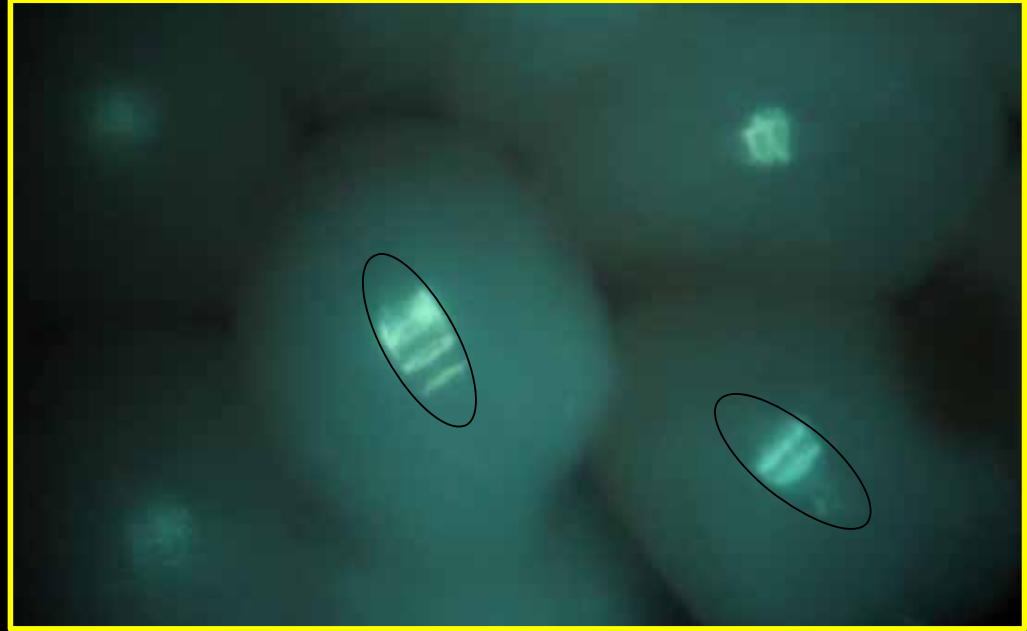
Analisi della meiosi femminile



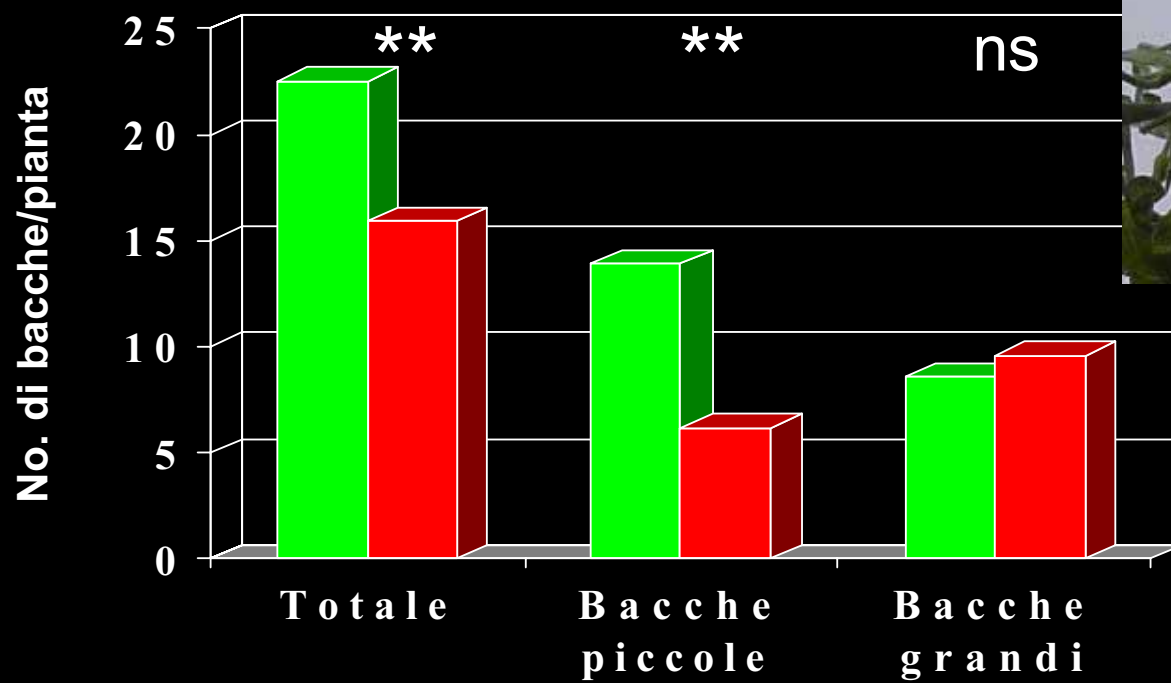
controllo



clinorotato



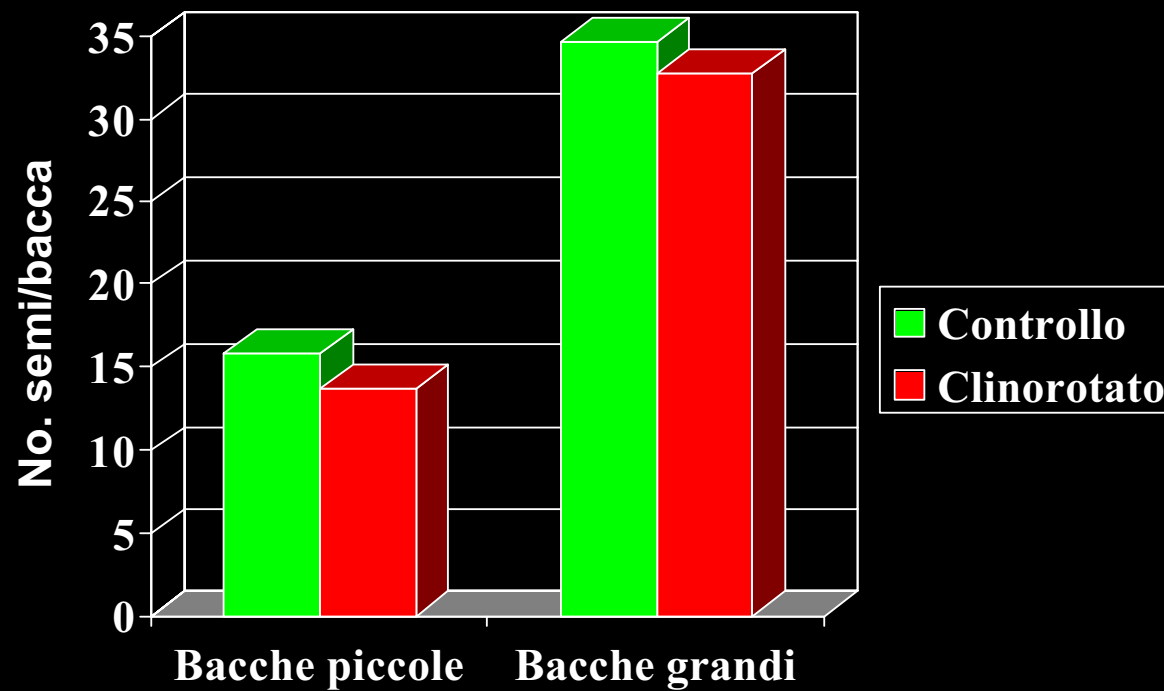
Produzione di bacche di *Microtom* in condizioni di microgravità



■ Controllo
■ Clinorotato



Produzione di seme in Microtom in condizioni di microgravità





Qualità del seme prodotto in microgravità

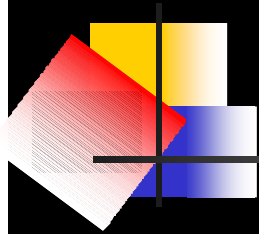
Potere germinativo: nessuna differenza (10,5 giorni)

Germinabilità: controllo 87,3%, clinorotato 78,6% (*)

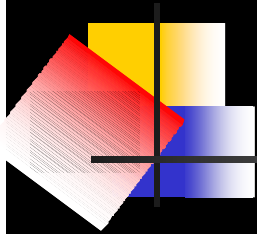
Morfologia normale

Presenza di tricotiledoni: controllo 4,4%, clinorotato 10,9% (**)





Studio dell'influenza della microgravità
simulata e reale su crescita, produzione e
qualità di germinelli



Perchè i germinelli nello spazio?

Cibo fresco e sano

Elevato contenuto di molecole bio-attive

Semplici da produrre

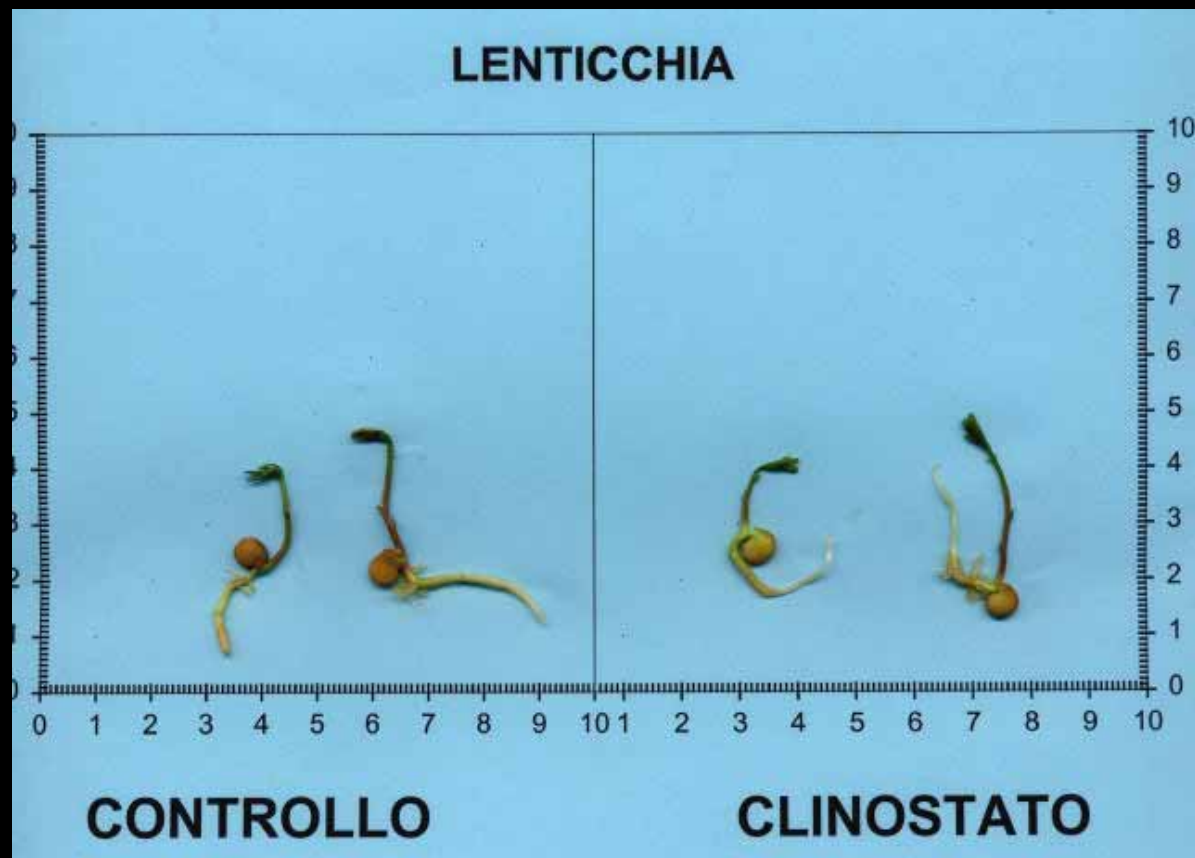
Facile programmazione della produzione

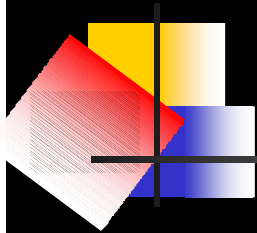
Ciclo breve (5-10 giorni)

Clinostato uniassiale per la produzione di germinelli



Influenza della microgravità sulla morfologia del germinello



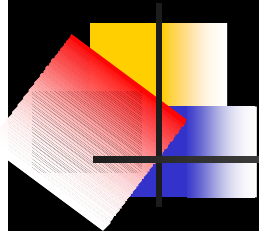


Effetto della microgravità simulata sulla produzione di germinelli di rucola

Trattamento	Germinazione (%)	Peso fresco (mg/germinello)	Peso secco (mg/germinello)	Sostanza secca (%)
Controllo	93,3a	16,0a	1,4	8,8
Clinorotazione	65,2b	13,5b	1,3	9,4



Produzione di germinelli di rucola a bordo dell'International Space Station (missione ENEIDE)



Exp. "Seedling"



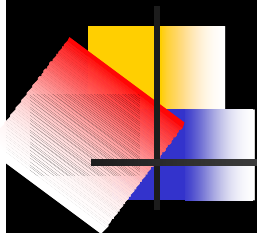


Le fasi della missione

Data	Evento	Luogo
29 luglio 2004 - 25 febbraio 2005	Presentazione esperimenti, test accettazione e consegna	Roma, Milano, Estec, Mosca
28 febbraio 2005	Lancio della Progress 17P	Baikonur (KZ)
15 aprile 2005	Lancio Soyuz 10S	Baikonur (KZ)
17 aprile 2005	Aggancio Souyz 10S alla ISS	
18 aprile 2005	Inizio esperimenti	
24 aprile 2005	Fine esperimenti	
25 aprile 2005	Sgancio Souyz 9S dalla ISS	
25 aprile 2005	Consegna campioni	Mosca
10 maggio 2005	Consegna risultati	Estec







Risultati

Percentuale di germinazione: 80 %

Clorofilla totale: 0,04 mg g⁻¹ di p.f.

Carotenoidi: 1,1 µg g⁻¹ di p.f.

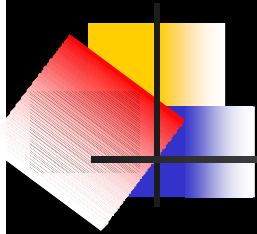
Proteine solubili: 3,88 mg g⁻¹ di p.f.

Proteine totali: 5,16 mg g⁻¹ di p.f.

Glucosio: 7,46 µg g⁻¹ di p.f.

Fruttosio: 1,75 µg g⁻¹ di p.f.

Saccarosio: 1,49 µg g⁻¹ di p.f.



Ringraziamenti

ASI (Agenzia Spaziale Italiana)

Regione Lazio, FiLAS

ESA (European Space Agency)