

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO SOBRE LA CALIDAD FISIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE SEMILLAS DE CINCO ESPECIES HORTÍCOLAS PRESERVADAS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA HORTÍCOLA DEL CITA (BGHZ-CITA)

Autor:

Javier Gaspar Torrubia

Directoras:

Celia Montaner Otín

Cristina Mallor Giménez

VARIEDADES TRADICIONALES Y SU CONSERVACIÓN

Son el resultado de la selección humana y natural, en sistemas de **agricultura de subsistencia**.

Variedades comerciales y despoblación rural □ **pérdida de gran número**

Son un bien muypreciado:

📍 **Adaptación** a condiciones locales

🧬 **Un** recurso de diversidad **genética**

🌱 **Modelo** de agricultura **sostenible**

👥 **Herencia** **cultural**



VARIEDADES TRADICIONALES Y SU CONSERVACIÓN



AGOSTO 2025

AYUNTAMIENTO DE POLANCO > ACTUALIDAD > PRENSA > UNA VARIEDAD ARAGONESA QUE ESTUVO A PUNTO DE EXTINGUIRSE ARRASA EN LA VII FERIA NACIONAL DEL TOMATE ANTIGUO EN POLANCO

UNA VARIEDAD ARAGONESA QUE ESTUVO A PUNTO DE EXTINGUIRSE ARRASA EN LA VII FERIA NACIONAL DEL TOMATE ANTIGUO EN POLANCO

Una variedad de tomate procedente de Zaragoza, que estuvo a punto de desaparecer en los años 80, se ha coronado por primera vez como Mejor Tomate de España 2025 por decisión unánime del jurado de expertos de la séptima edición de la Feria Nacional del Tomate Antiguo, celebrada este fin de semana en Polanco.

Se trata de un tomate rojo intenso con un sabor muy potente y equilibrado, un fruto pequeño, aproximadamente del tamaño de una pelota de ping pong, que ha logrado hacerse con el galardón más prestigioso del país en el mundo del tomate, de entre las 600 variedades que se presentaban al concurso.

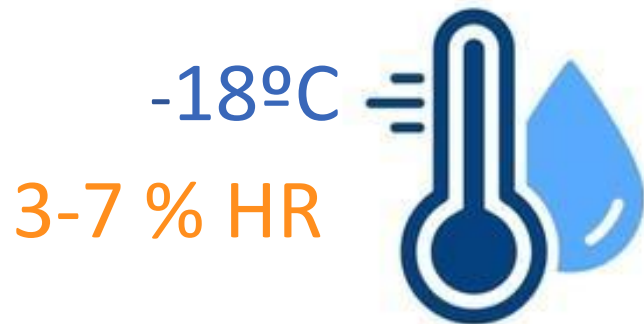
BANCOS DE GERMOPLASMA

Desempeñan la **labor de conservación**

Bancos de semillas □ mantienen la **viabilidad**
a largo plazo en condiciones controladas



La Bóveda Global de Semillas de Svalbard



BGHZ-CITA



Fundado en 1981

≈ 18.000 muestras de 300 especies

Objetivo prioritario: conservar los recursos genéticos hortícolas de España y Aragón



HITOS DE LA CONSERVACIÓN DE MATERIAL VEGETAL VIVO

Récord de longevidad (2000 años): semillas de palmera datilera de Judea (*Phoenix dactylifera* L.)

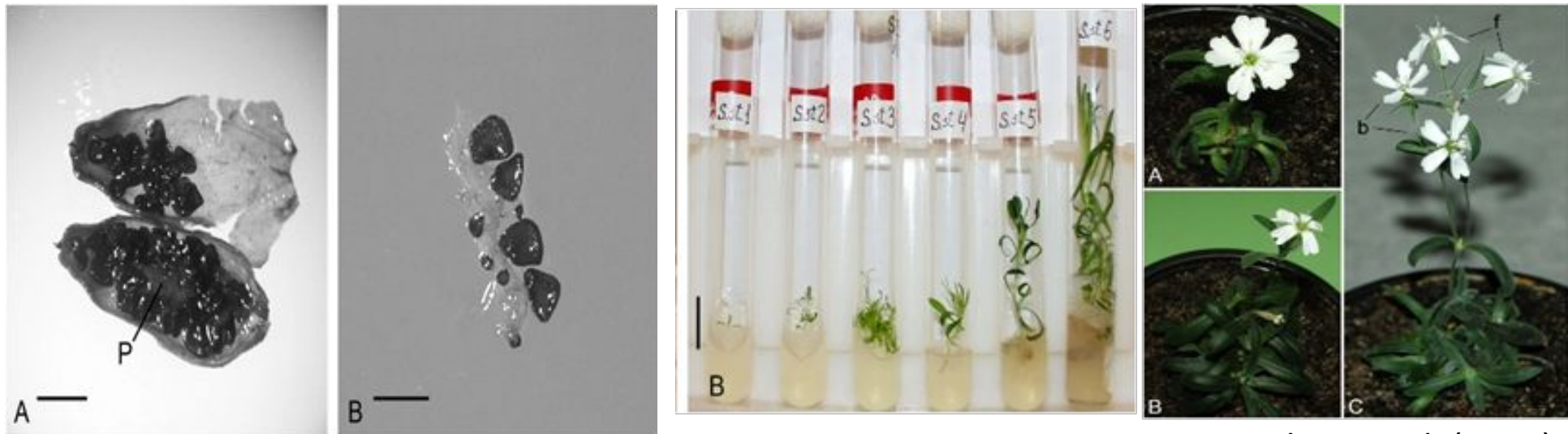


Sallon et al. (2008)

HITOS DE LA CONSERVACIÓN DE MATERIAL VEGETAL VIVO

Récord de cultivo in vitro (30.000 años):

Silene stenophylla a partir de tejido placentario de fruta congelada

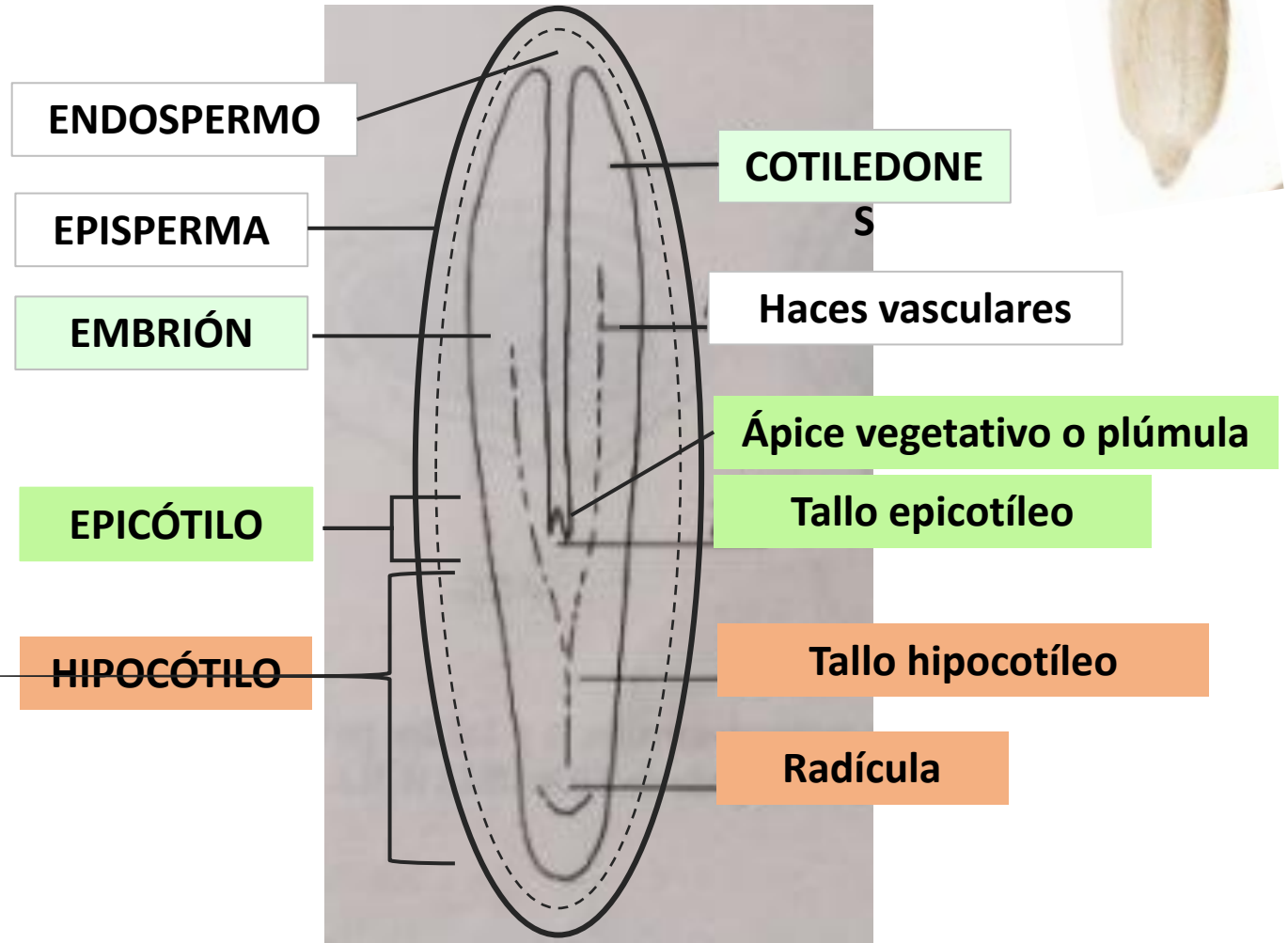


Yashina et al. (2012)

↑ [sacarosa] = conservación del tejido
20-40 m profundidad = ↓ radiación gamma

ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS SEMILLAS DE LAS ANGIOSPERMAS

1. Embrión
2. Endospermo
3. Perispermo
4. Episperma (Testa y cubiertas externas)



GERMINACIÓN Y CALIDAD FISIOLOGICA DE LAS SEMILLAS



ISTA define la **germinación** como: *"el establecimiento de un estado metabólicamente activo, manifestado fisiológicamente por la división celular y por la diferenciación donde la primera expresión de este proceso es la emergencia de la radícula"*.



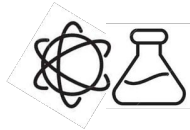
ISTA

Seed Quality Assurance



GERMINACIÓN Y CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS

Semilla de alta calidad: presenta **rendimiento agrícola óptimo**: tasas de germinación, vigor, viabilidad y resistencia a factores ambientales...



Parámetros fisicoquímicos

Humedad, densidad, actividad metabólica, integridad de las membranas...



INDICADORES CLAVE

Estado de salud y longevidad

Monitorizar

ENSAYOS DE GERMINACIÓN
ENSAYOS DE VIGOR
ENSAYOS BIQUÍMICOS (TETRAZOLIO, C.E.)

ENSAYOS DE GERMINACIÓN



Prueba de laboratorio diseñada para evaluar la **capacidad** de un lote de semillas para **germinar y producir plántulas** normales bajo condiciones óptimas controladas



ENSAYOS DE GERMINACIÓN

Importancia del ensayo, nos da información de gran utilidad para:



Determinar la calidad de las semillas



Planificar la siembra



Comercio de semillas

Seguir **protocolos estandarizados** evita variaciones entre laboratorios

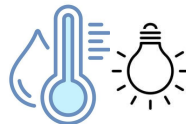
ESPECIFICACIONES



SEMILLAS /
RÉPLICA



SUSTRATO Y
MATERIALES



CONDICIONES DE GERMINACIÓN



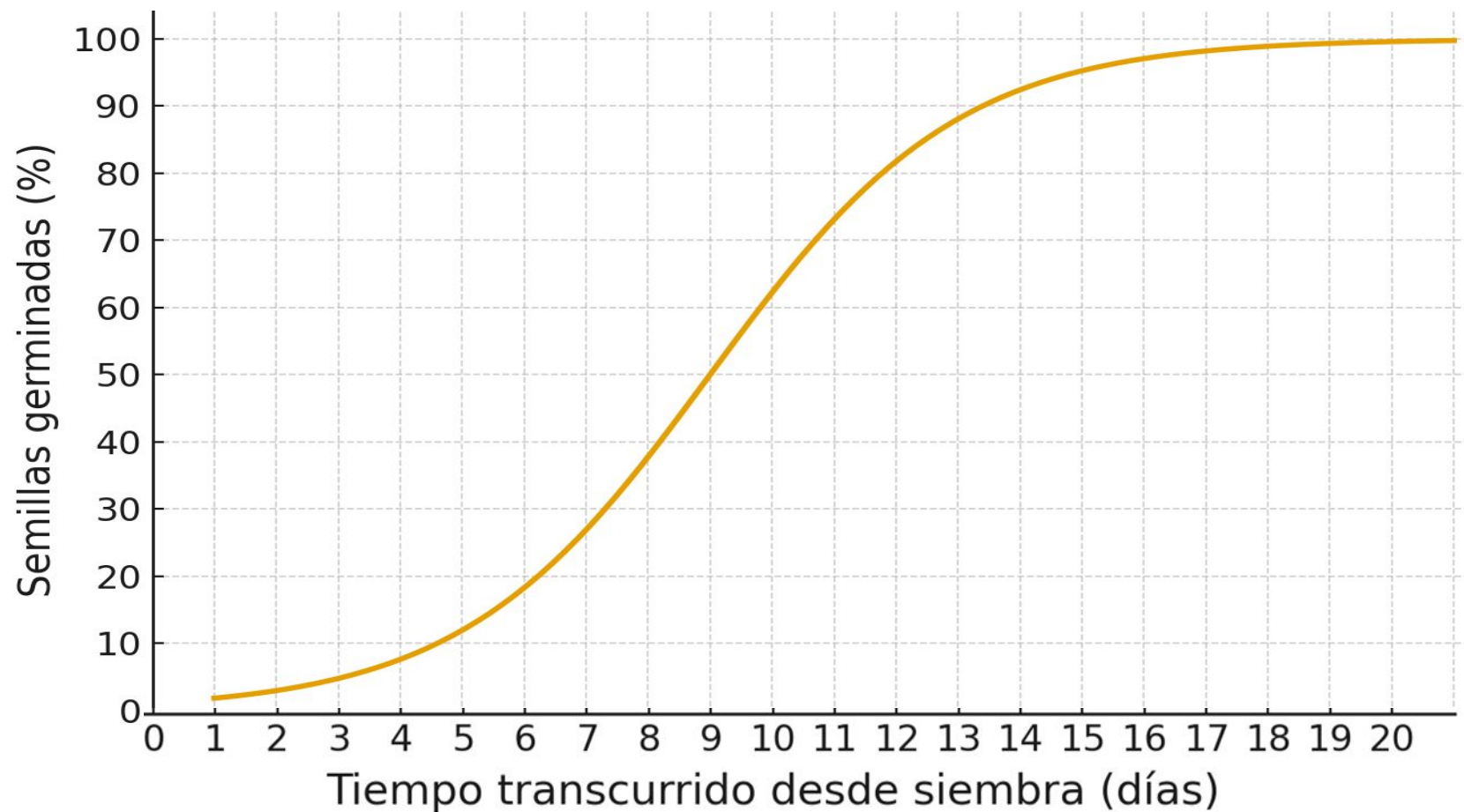
TRATAMIENTOS
DORMANCIA



CRITERIOS EVALUACIÓN

CURVAS E ÍNDICES DE GERMINACIÓN

Curva de germinación



CURVAS E ÍNDICES DE GERMINACIÓN

Índices de germinación:

 **Power germinativo:** % de germinación (semillas vivas)

 **Velocidad:** tiempo necesario para germinar

- **Período de latencia** (1º semilla)
- Tiempo de germinación **T_{50%}**
- Tiempo medio de germinación (**T_g**) y velocidad de germinación (**V_g**)

$$T_g = \frac{\sum (N_i * D_i)}{\sum N_i}$$

$$\text{XXXX} = \frac{1}{\text{XXXX}} \times 100$$

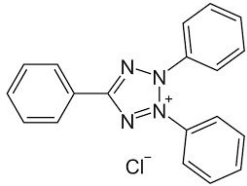
ENSAYO DE VIGOR

Longitud radicular $\propto$ directamente proporcional al vigor



ENSAYOS BIOQUÍMICOS -TEST DE TETRAZOLIO

FUNDAMENTO: actividad enzimática de tejidos vivos en embriones (grado de respiración)

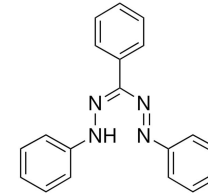


SALES DE TETRAZOLIO

(cloruro y bromuro de 2,3,5-trifeniltetrazolio)

DESHIDROGENASAS

(reducción)



1,3,5-trifenilformazan



Embriones totalmente coloreados están vivos

Permite medir su viabilidad sin hacerlas germinar

ENSAYOS BIOQUIMICOS- TEST DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

FUNDAMENTO: envejecimiento de las semillas

deterioro de las membranas celulares

↑ exudación de líquidos y contenidos celulares



[Electrolitos] □ índice de viabilidad de las semillas y pérdida de vigor



OBJETIVOS



 **Objetivo general:** conocer cómo afecta la conservación a la calidad fisiológica y fisicoquímica de las semillas almacenadas a largo plazo, en condiciones de baja humedad y temperatura, en el BGHZ del CITA

Objetivos específicos



Evaluar la viabilidad mediante el % de germinación, p. latencia, T50, Tg y Vg



Evaluar el vigor mediante la medida cuantitativa de la longitud de la raíz



Poner a punto los procedimientos de tinción con sales de tetrazolio y C.E., para evaluar su utilidad como método de análisis

MATERIAL Y MÉTODOS



MATERIAL VEGETAL

5 especies hortícolas por su alta representación en el BGHZ y por la variabilidad de su longevidad potencial

5 variedades por especie con diferentes tiempos de conservación

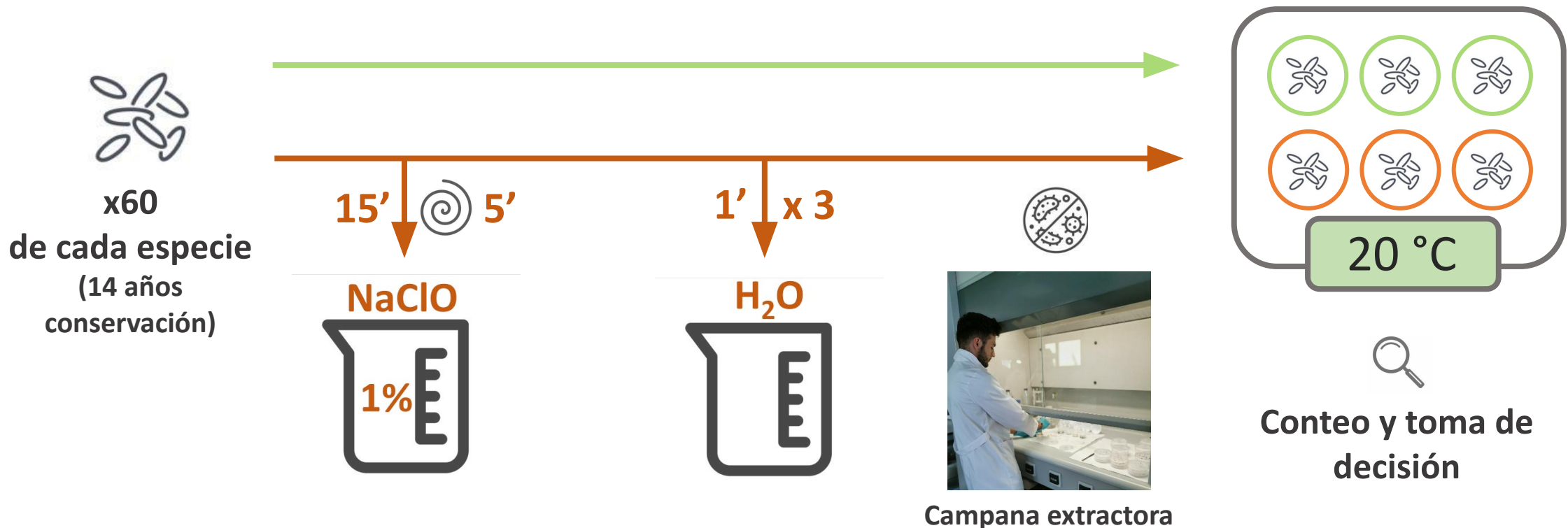
Borago officinalis L.	Allium cepa L.	Lactuca sativa L.	Cucumis melo L.	Solanum lycopersicum L.
				



MATERIAL VEGETAL SELECCIONADO 35-40 AÑOS						
Código Banco	Cultivo	País	Material*	Años conservación	P100 Semillas g	Semillas BGHZ
BGHZ0288	Borraja	ESP	300	37	1,76	>10,000
BGHZ0289	Borraja	AUS	300	37	1,59	>10,000
BGHZ0362	Borraja	SWE	300	35	1,68	>10,000
BGHZ0182	Cebolla	ESP	300	39	0,33	>30,000
BGHZ0229	Cebolla	ESP	300	38	0,39	>30,000
BGHZ0230	Cebolla	ESP	300	38	0,32	>30,000
BGHZ0123	Lechuga	ESP	500	40	0,2	> 150,000
BGHZ0124	Lechuga	ESP	500	40	0,2	> 150,000
BGHZ0125	Lechuga	ESP	500	40	0,2	> 150,000
BGHZ0011	Melón	ESP	300	42	3,44	> 10,000
BGHZ0062	Melón	ESP	300	41	6,98	> 10,000
BGHZ0067	Melón	ESP	300	41	3,33	> 10,000
BGHZ0019	Tomate	ESP	300	41	0,26	> 100,000
BGHZ0022	Tomate	ESP	300	41	0,29	> 100,000
BGHZ0033	Tomate	ESP	300	41	0,21	> 100,000
MATERIAL VEGETAL SELECCIONADO 14-16 AÑOS						
Código Banco	Cultivo	País	Material*	Años conservación	P100 semillas g	Semillas BGHZ
BGHZ0184	Borraja	ESP	300	14	1,90	> 100,000
BGHZ0535	Cebolla	ESP	300	16	0,39	> 100,000
BGHZ2097	Lechuga	ESP	300	14	0,09	> 100,000
BGHZ4776	Melón	ESP	300	15	3,94	> 100,000
BGHZ4801	Tomate	ESP	300	15	0,32	> 100,000
MATERIAL VEGETAL SELECCIONADO CAMPAÑA 2023						
Código Banco	Cultivo	País	Material*	Años conservación	P100 semillas	Semillas BGHZ
BGHZ3290	Borraja	ESP	300	0	2,00	-
BGHZ7696	Cebolla	ESP	300	0	0,50	-
BGHZ7662	Lechuga	ESP	300	0	0,09	-
BGHZ6385	Melón	ESP	300	0	5,21	-
BGHZ7757	Tomate	ESP	300	0	0,34	-

PRUEBAS PREVIAS DE DESINFECCIÓN

Objetivo: ver si **persisten** en las cubiertas **inóculos** de patógenos, **grado de contaminación** y **efectos** del desinfectante sobre la germinación



ENSAYO DE GERMINACIÓN

ENSAYO DE GERMINACIÓN

Muestra: 100 semillas por variedad, 500 semillas por especie (2500 en total)

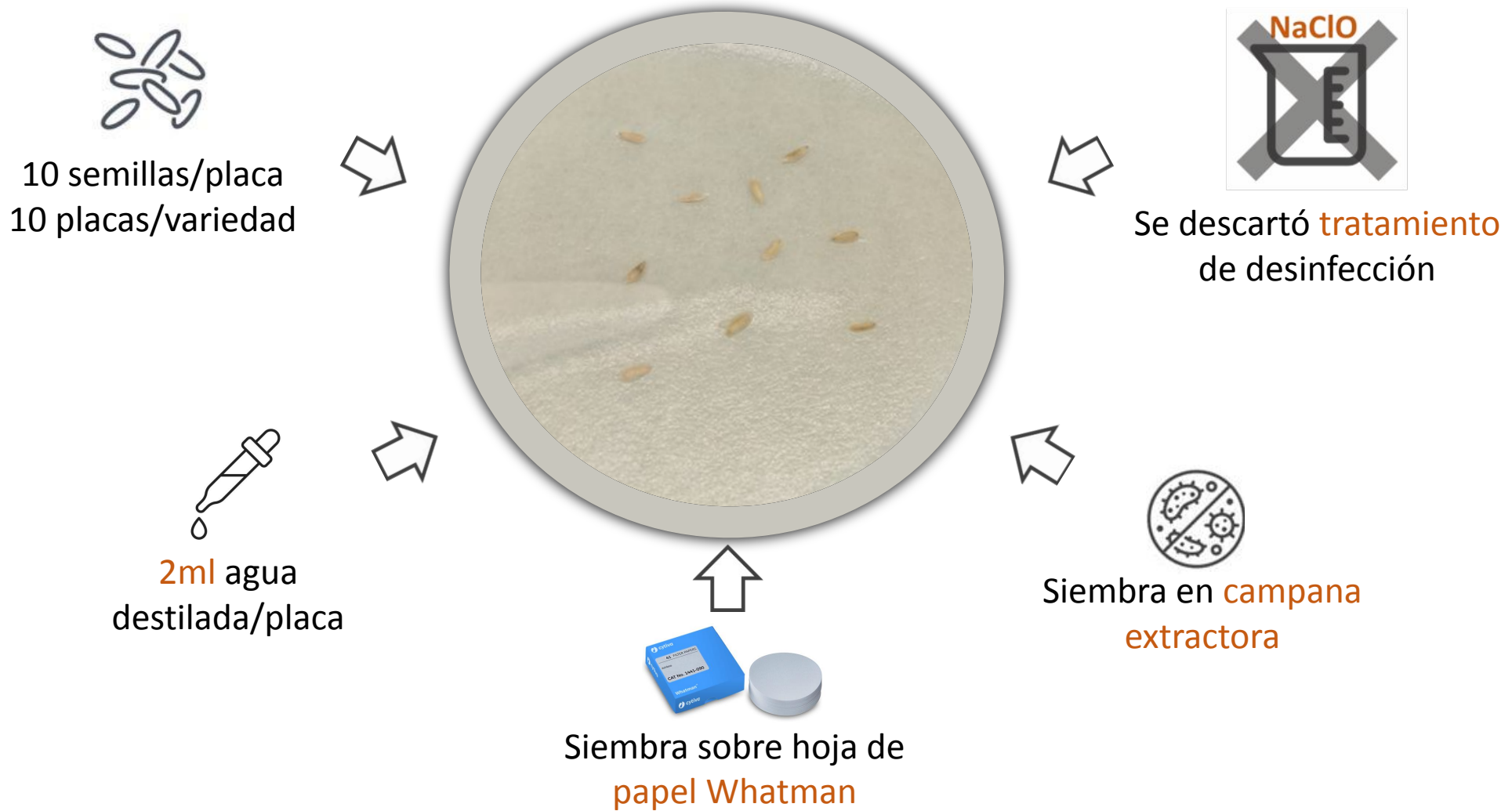


International Rules for Seed Testing (ISTA, 2011)

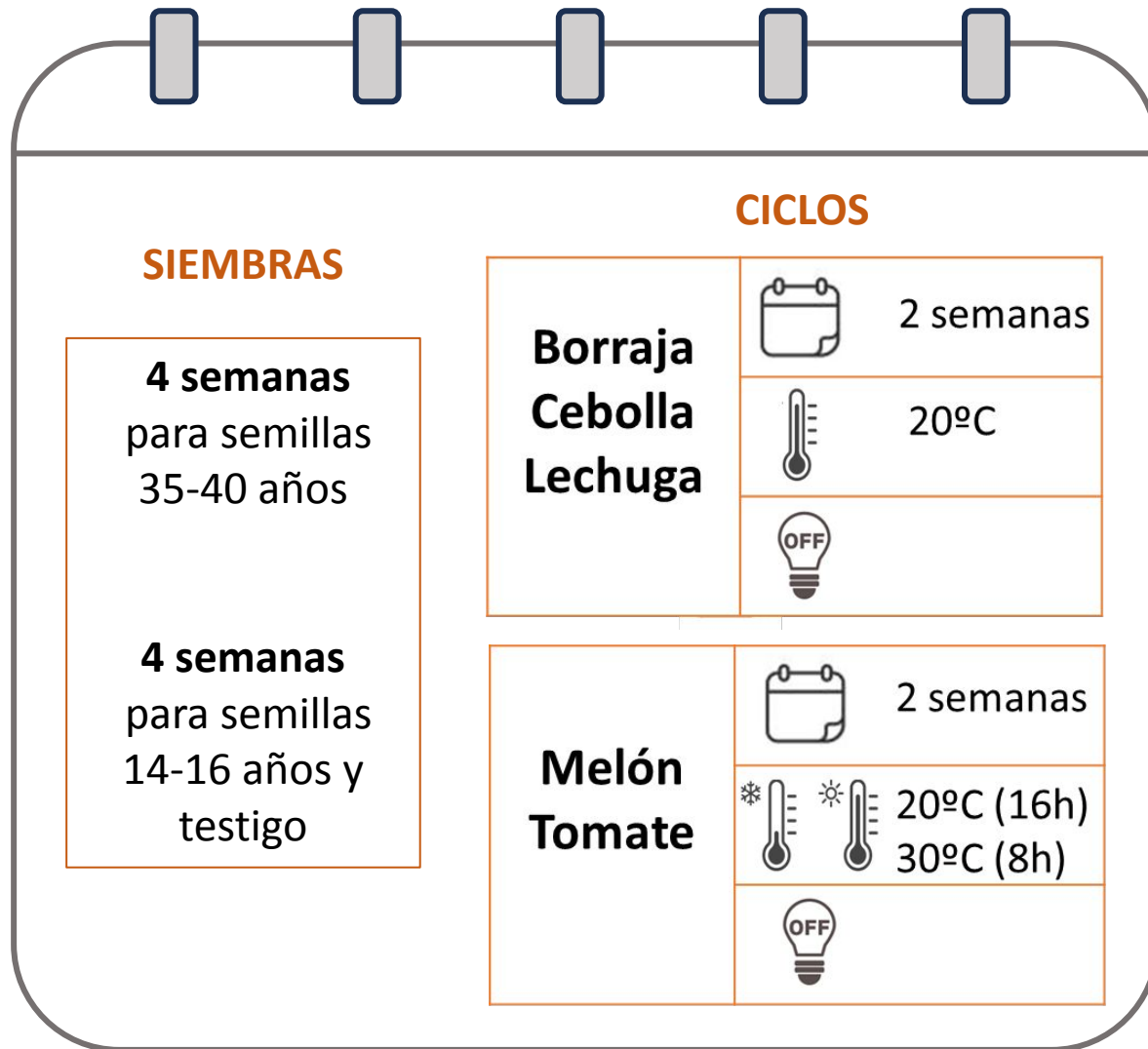
Especie	Sustrato	T (°C)	1 ^{er} conteo (días)	Último conteo (días)	Romper dormancia
<i>Allium cepa</i> L.	Sobre papel	20	6	12	Preenfriamiento >14 días
<i>Cucumis melo</i> L.	Sobre papel	20 ⇔ 30	4	18	-
<i>Lactuca sativa</i> L.	Sobre papel	20	4	7	Preenfriamiento > 14 días
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Sobre papel	20 ⇔ 30	5	14	Disolución 0,2% KNO ₃
<i>Borago officinalis</i> L.	Sobre papel	20, 20 ⇔ 30	5	14	-

Duplicar ensayo en variedad testigo, con y sin tratamiento □ 2800 semillas

ENSAYO DE GERMINACIÓN



ENSAYO DE GERMINACIÓN



ENSAYO DE GERMINACIÓN



Conteo diario en campana extractora (día 1 a último normas ISTA)



Último día de conteo □ fotografías conjunto placas



Resultados □ **curva de germinación** y cálculo **% de germinación, periodo de latencia, T50, Tg y Vg** según Rodríguez 2008

$$Tg = \frac{(N1^{\circ} * D1^{\circ}) + ((N2^{\circ} - N1^{\circ}) * D2^{\circ})}{N2^{\circ}}$$

Adaptado a días de conteo de las normas ISTA

ENSAYO DE VIGOR

ENSAYO DE VIGOR

Muestra: semillas del ensayo de germinación

 Pie de rey electrónico ☐ **medida** longitud de la **raíz pivotante**

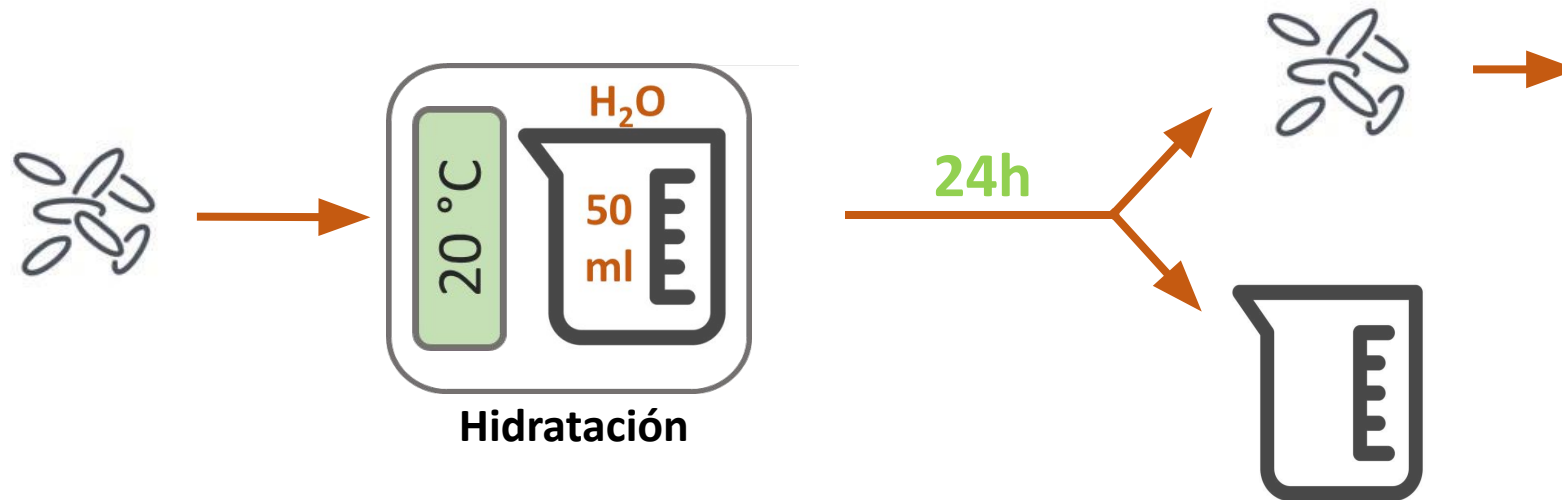
 Toma fotográfica sobre tabla milimetrada



ENSAYOS BIOQUÍMICOS

ENSAYOS BIOQUIMICOS- ENSAYO DE TETRAZOLIO

Muestra: Se prepararon 3 repeticiones de 5 semillas por variedad y especie



ENSAYOS BIOQUIMICOS - ENSAYO DE TETRAZOLIO

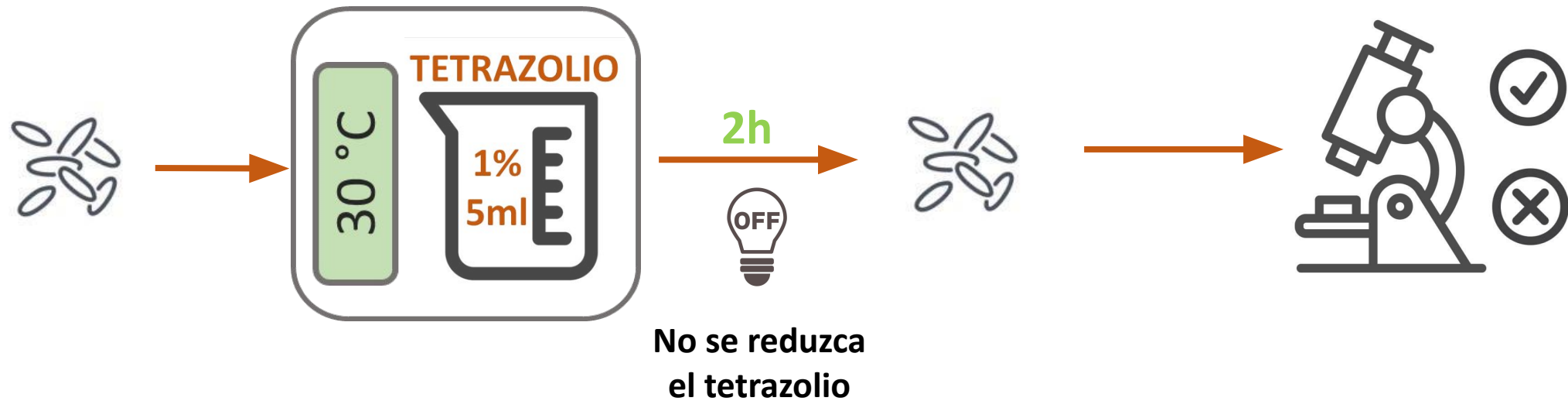
Una vez hidratadas se requiere algún **procedimiento** que permita la rápida **absorción** de la solución de **tetrazolio**:

 Melón, lechuga y borraja: retirar las **cubiertas** protectoras

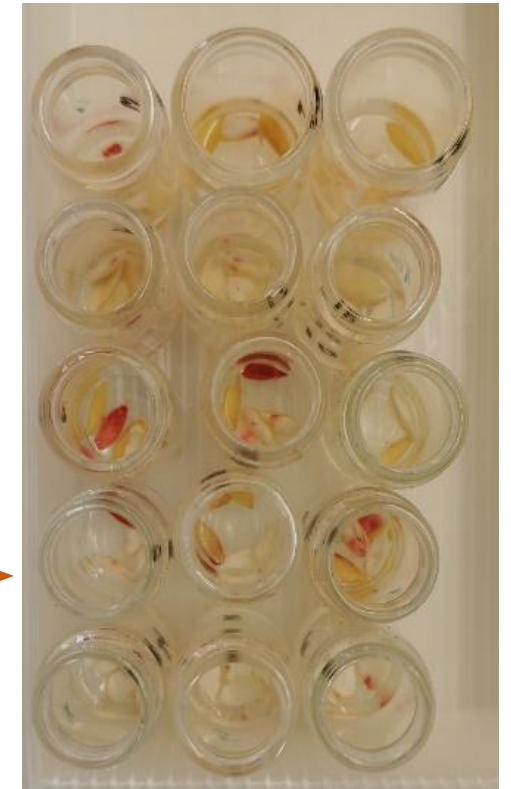
 Cebolla y tomate: **corte** transversal



ENSAYOS BIOQUIMICOS - ENSAYO DE TETRAZOLIO



ENSAYOS BIOQUIMICOS - ENSAYO DE TETRAZOLIO

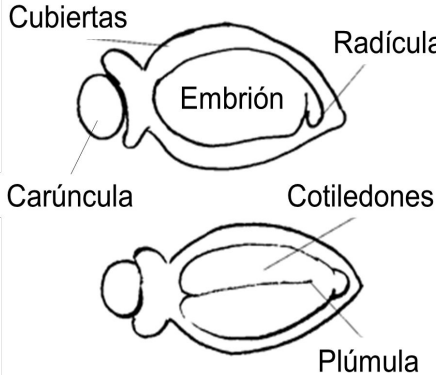
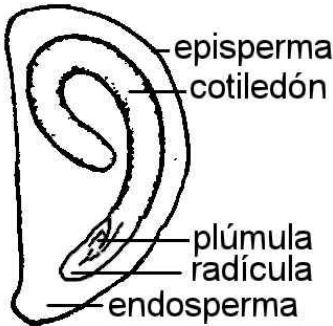
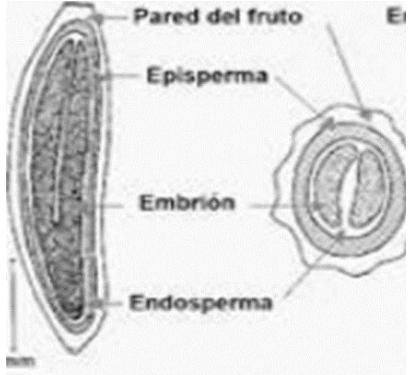
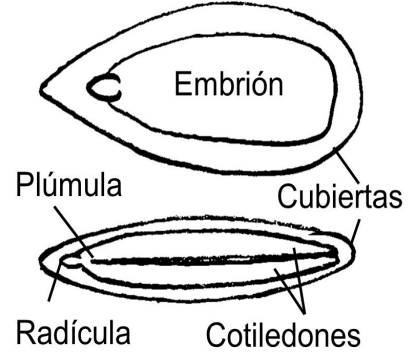
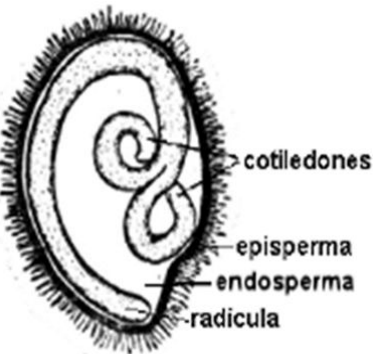


ENSAYOS BIOQUIMICOS - ENSAYO DE TETRAZOLIO

Criterio de evaluación:

Tinción **uniforme** del embrión = **viable**

Tinciones **irregulares** con embrión despigmentado = **no viable**

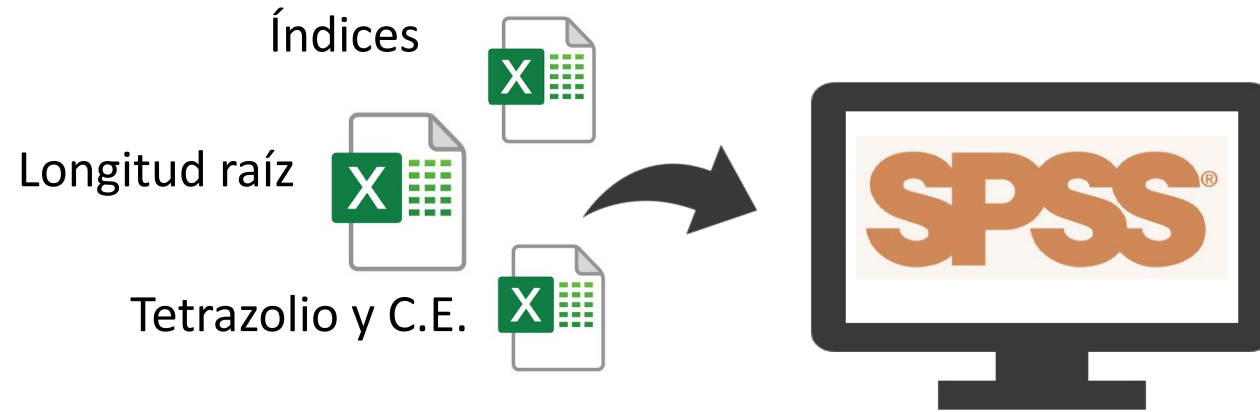
BORRAJA	CEBOLLA	LECHUGA	MELÓN	TOMATE
 Diagram illustrating the structure of a Borraja seed. Labels include: Cubiertas, Carúncula, Embrión, Radícula, Cotiledones, and Plúmula.	 Diagram illustrating the structure of a Cebolla seed. Labels include: episperma, cotiledón, plúmula, radícula, and endosperma.	 Diagram illustrating the structure of a Lechuga seed. Labels include: Pared del fruto, Episperma, Embrión, and Endosperma.	 Diagram illustrating the structure of a Melón seed. Labels include: Plúmula, Cubiertas, Embrión, Radícula, and Cotiledones.	 Diagram illustrating the structure of a Tomate seed. Labels include: cotiledones, episperma, endosperma, and radícula.

ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Se utilizó el **agua reservada** de la hidratación de las semillas
3 mediciones con **conductímetro** previamente calibrado



ANÁLISIS ESTADISTICO



 **Análisis de varianza (ANOVA)** para detectar diferencias significativas ($p < 0,05$)

└─ **Prueba de comparación de medias** *post hoc* Tukey-B (subconjuntos)

 Entre los índices ☐ **correlaciones bivariantes**

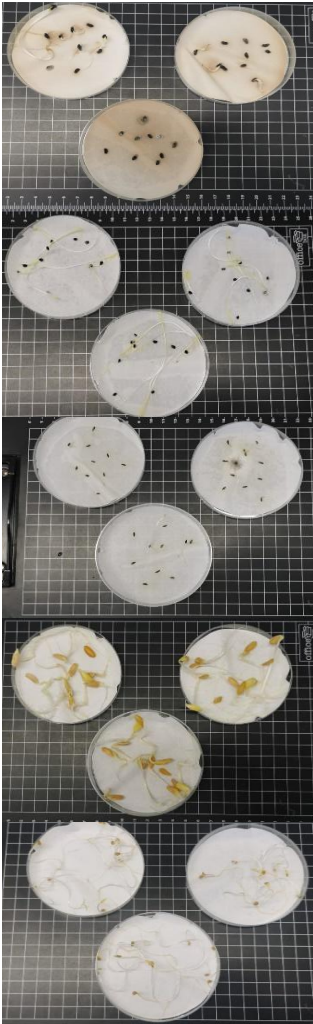
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



ENSAYOS DE GERMINACIÓN

PRUEBAS PREVIAS DE DESINFECCIÓN

NaClO



Sin NaClO



El **tratamiento** reduce la contaminación en general



semillas no tratadas ☐ solo melón presentó mucha contaminación



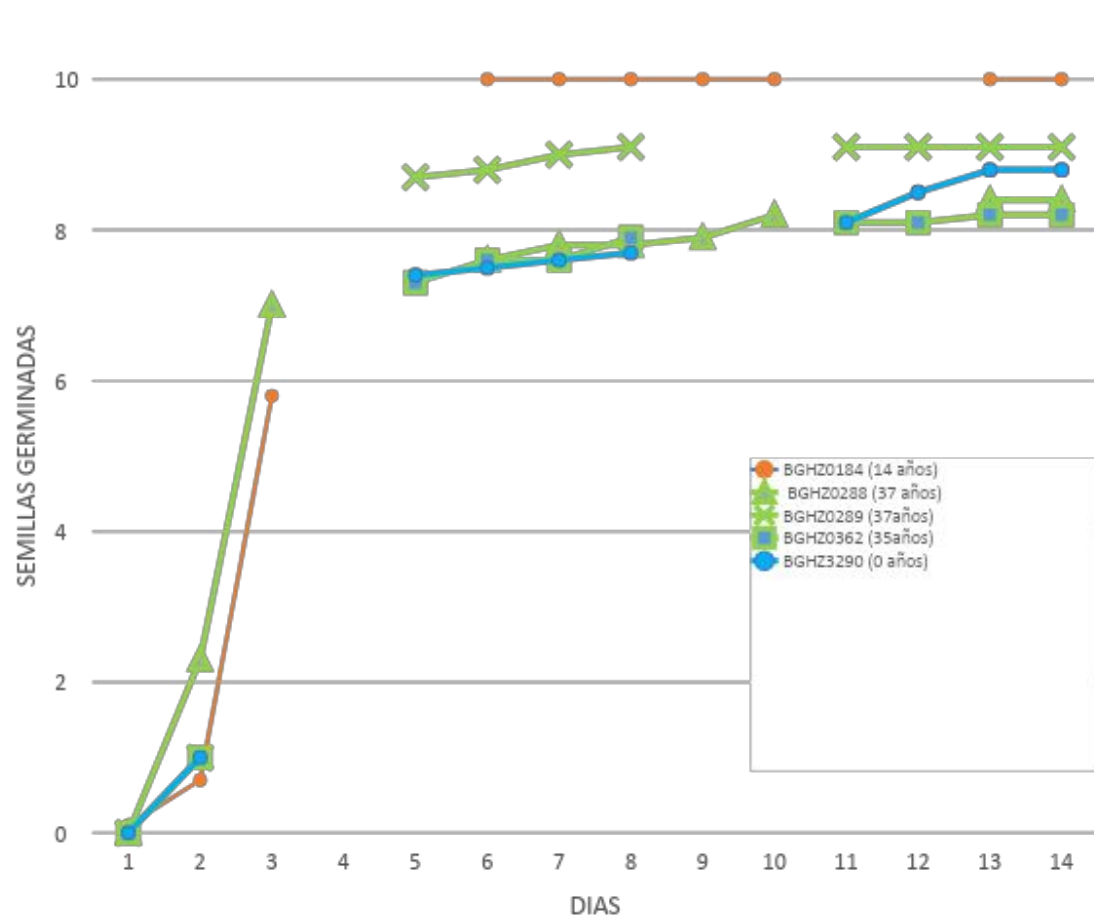
Dosis utilizada **influyó negativamente** retardando la germinación en lechuga, borraja y cebolla



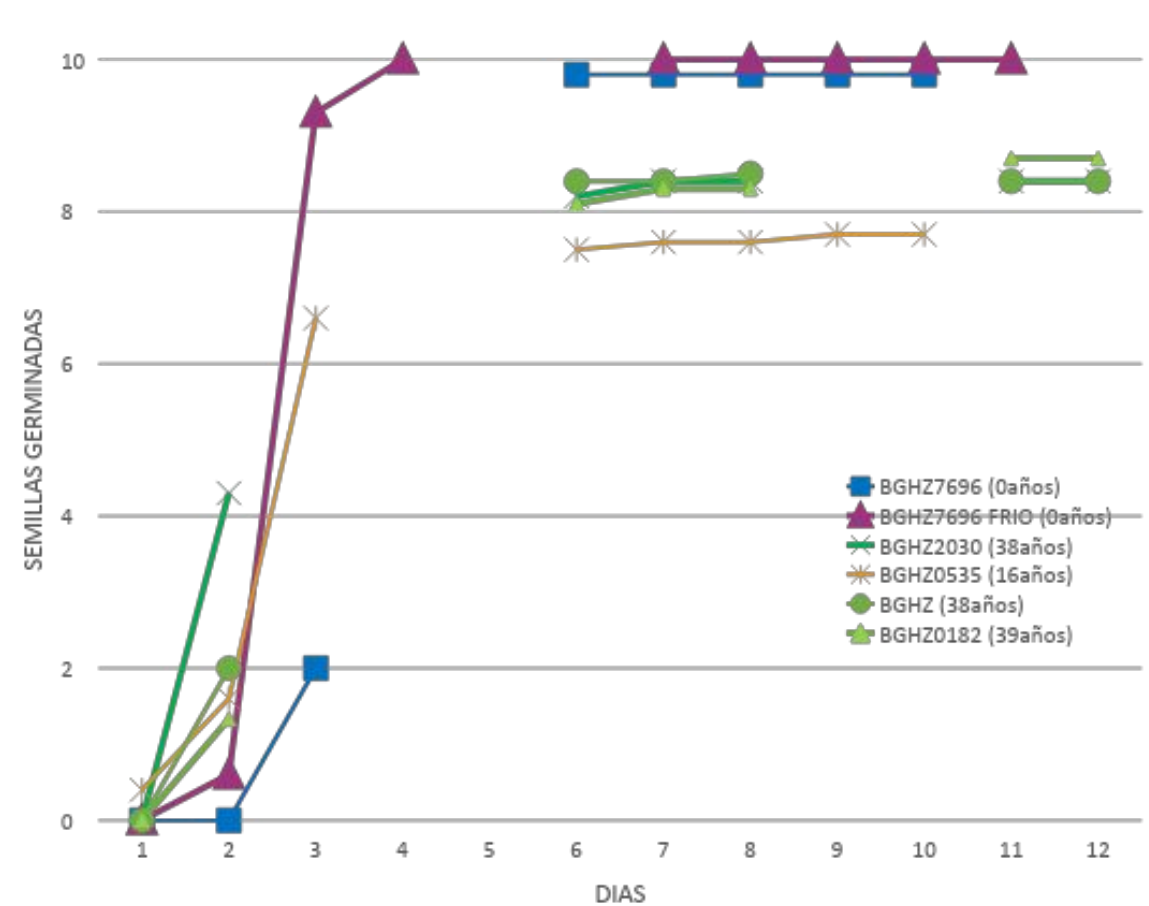
Decisión: **no aplicar** para el ensayo de germinación

CURVAS DE GERMINACIÓN

BORRAJA

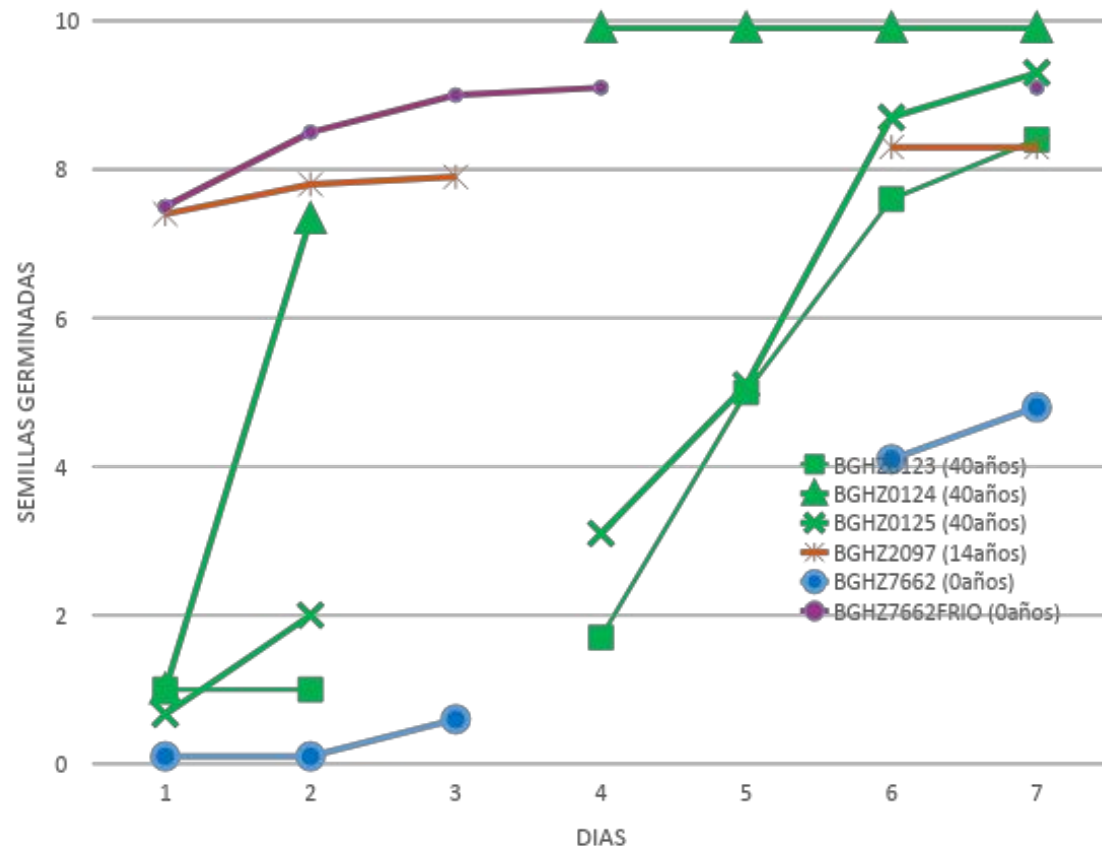


CEBOLLA

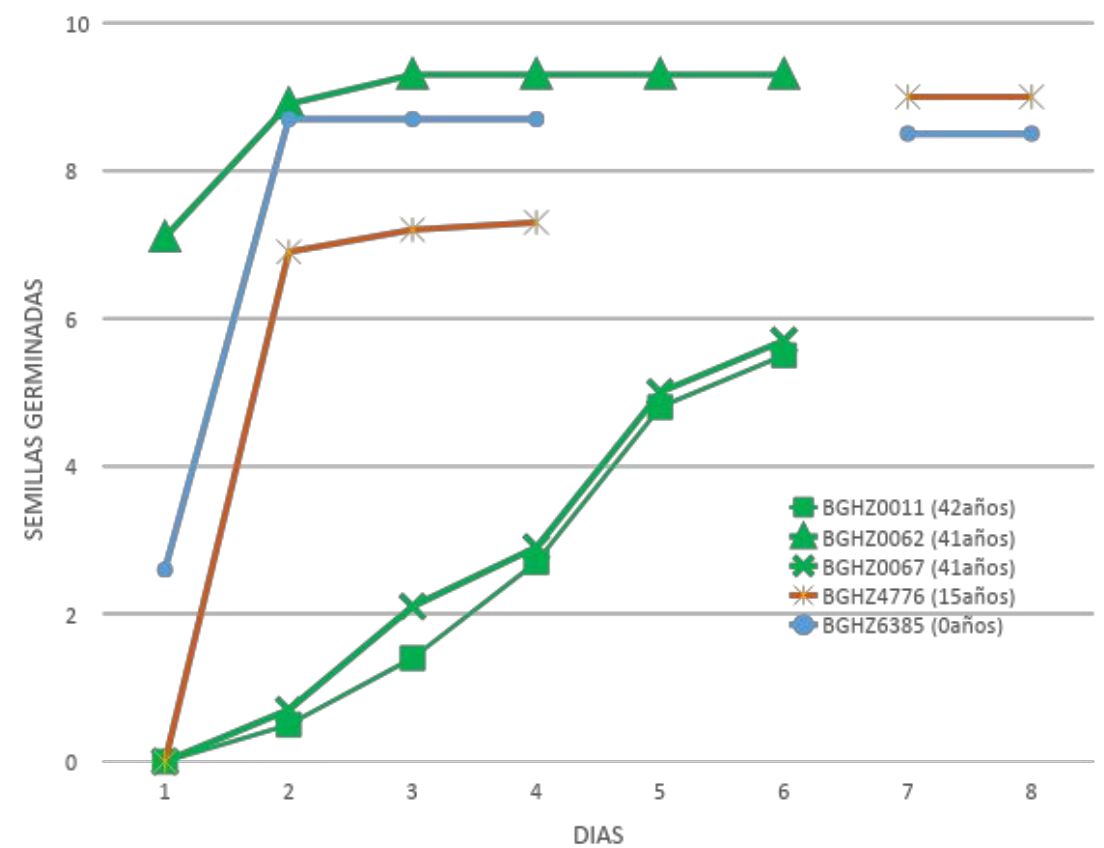


CURVAS DE GERMINACIÓN

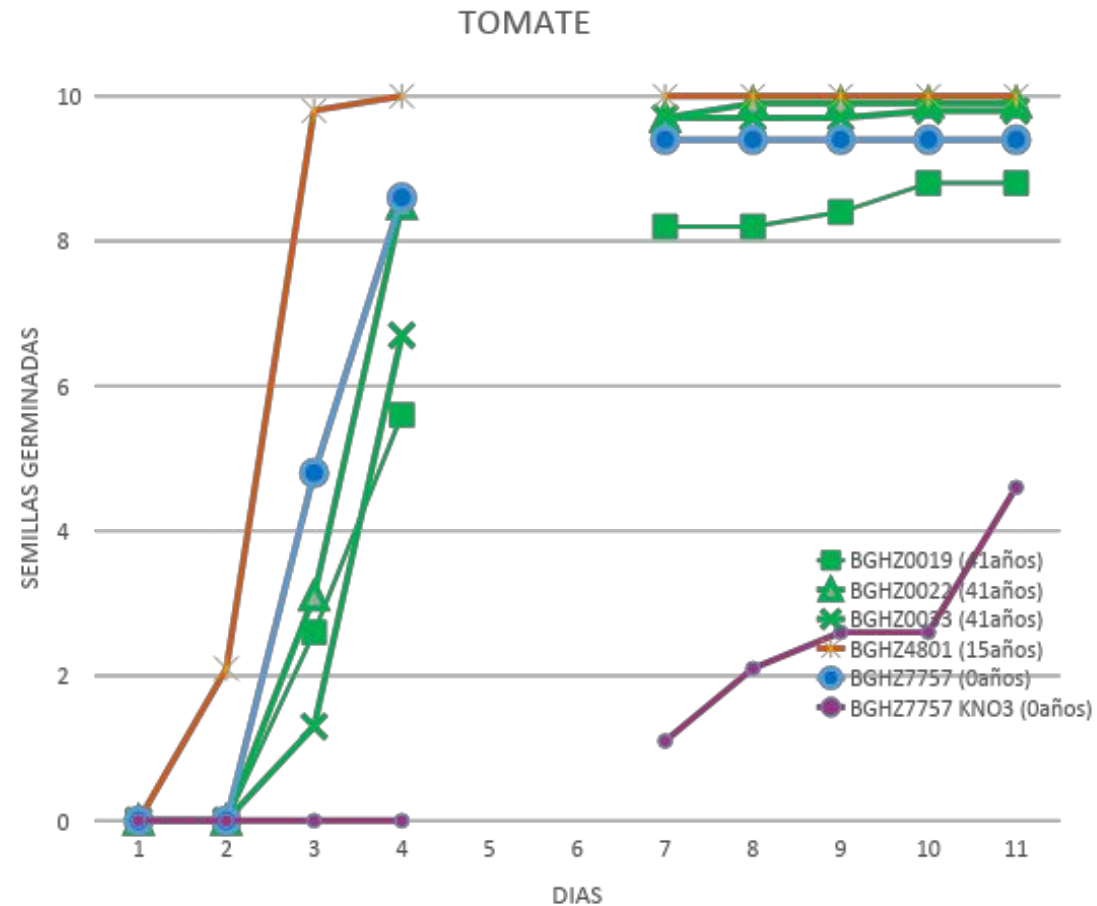
LECHUGA



MELÓN



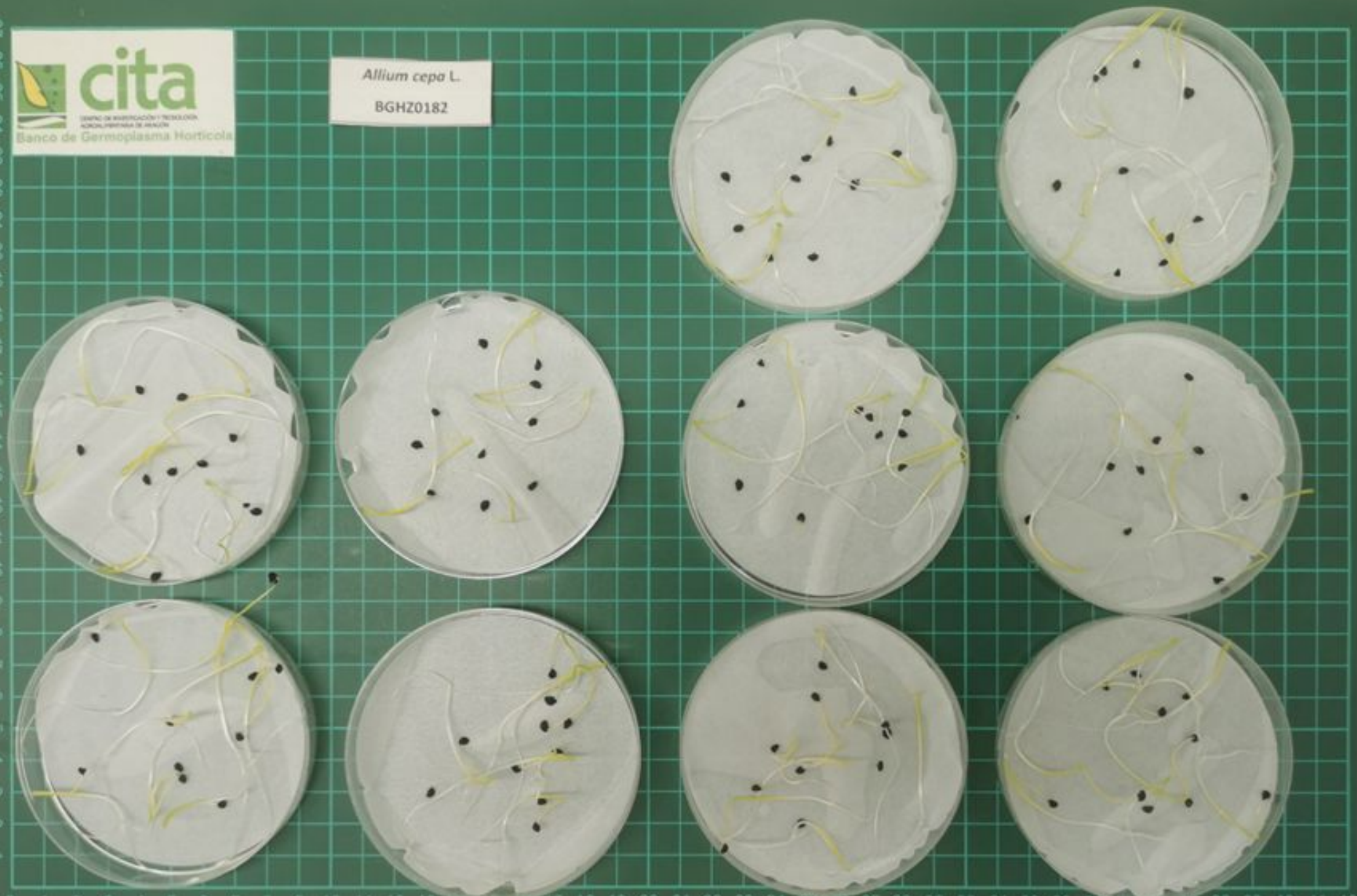
CURVAS DE GERMINACIÓN



27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



Allium cepa L.
BGHZ0182



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42

Cucumis melo L.
BGHZ4776



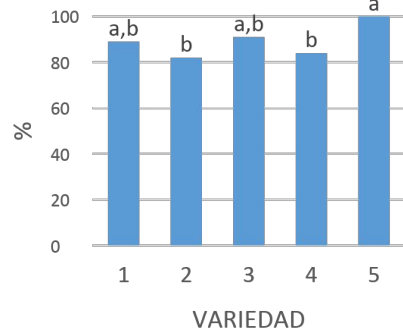
ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

BORRAJA

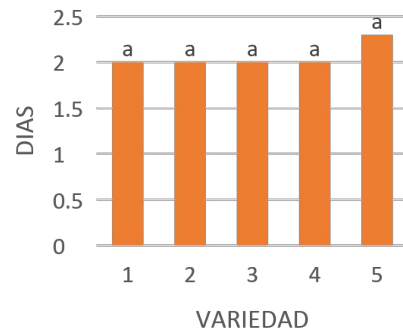
ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Borraja	1	BGHZ0288	89,0 ± 8,9	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	6,5 ± 0,5	15,9 ± 1,2
	2	BGHZ0289	82,0 ± 13,2	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	6,2 ± 1,1	17,8 ± 4,5
	3	BGHZ0362	91,0 ± 7,5	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	5,6 ± 0,5	18,3 ± 1,8
	4	BGHZ0184	84,0 ± 10,3	2,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	6,0 ± 0,8	17,9 ± 2,2
	5	BGHZ3290	100,0 ± 0,0	2,3 ± 0,7	3,4 ± 0,7	5,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0

Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,001	✓ Sí (p < 0,05)
P, latencia	0,114	✗ No (p > 0,05)
T50	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,007	✓ Sí (p < 0,05)

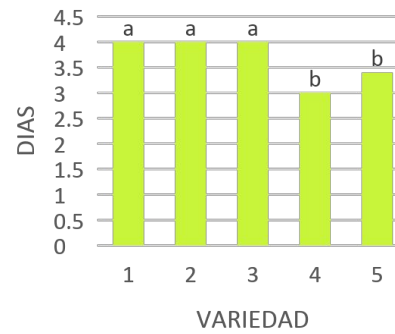
%Germinación borraja



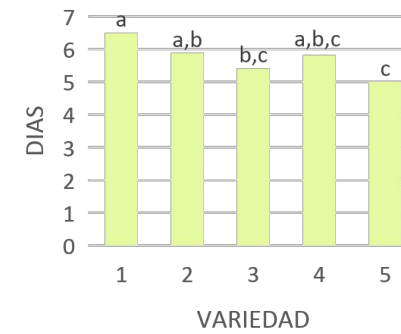
P. latencia borraja



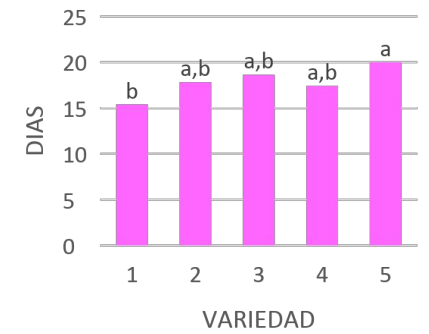
T50 borraja



tg borraja



Vg borraja



ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

CEBOLLA

ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
				de latencia (d)			
Cebolla	1	BGHZ0182	87,0 ± 9,2	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	6,4 ± 0,6	15,7 ± 1,2
	2	BGHZ0229	84,0 ± 10,7	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	5,9 ± 0,5	16,7 ± 1,2
	3	BGHZ0230	84,0 ± 14,3	2,0 ± 0,0	3,7 ± 0,6	6,2 ± 0,7	16,4 ± 1,7
	4	BGHZ0535	79,0 ± 14,3	2,0 ± 0,8	2,9 ± 0,5	6,2 ± 0,3	16,3 ± 0,9
	5	BGHZ7696	97,0 ± 3,2	3,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	7,0 ± 0,0	14,2 ± 0,6
	6	BGHZ7696 (frio)	100,0 ± 0,0	2,5 ± 0,5	3,0 ± 0,0	6,0 ± 0,0	16,7 ± 0,2



CEBOLLA BGHZ7696 (0 AÑOS)				
ÍNDICE	ANÁLISIS VARIANZA SIGNIFICATIVO	SUBCONJUNTOS DIFERENTES	ENTRADA 5 SIN TRATAMIENTO	ENTRADA 6 CON TRATAMIENTO
% Germinación	✓ Sí (p < 0,05)	SI	98	100
P, latencia (días)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	3	2,5
T50 (días)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	5	3
Tg (días)	✗ No (p > 0,05)	NO	-	-
Vg (d ⁻¹)	✗ No (p > 0,05)	NO	-	-
Longitud raíz(mm)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	26,9	36,7
DECISIÓN			✗	✓

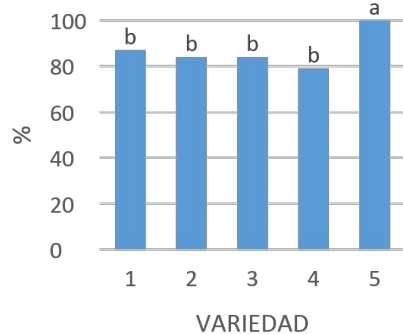
ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

CEBOLLA

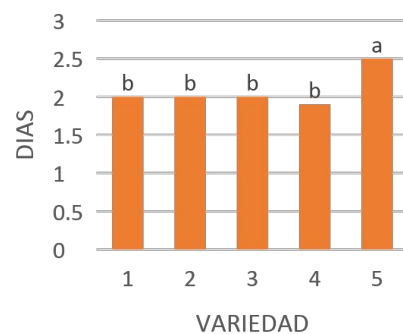
ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Cebolla	1	BGHZ0182	87,0 ± 9,2	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	6,4 ± 0,6	15,7 ± 1,2
	2	BGHZ0229	84,0 ± 10,7	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	5,9 ± 0,5	16,7 ± 1,2
	3	BGHZ0230	84,0 ± 14,3	2,0 ± 0,0	3,7 ± 0,6	6,2 ± 0,7	16,4 ± 1,7
	4	BGHZ0535	79,0 ± 14,3	2,0 ± 0,8	2,9 ± 0,5	6,2 ± 0,3	16,3 ± 0,9
	5	BGHZ7696 (frio)	100,0 ± 0,0	2,5 ± 0,5	3,0 ± 0,0	6,0 ± 0,0	16,7 ± 0,2

Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,001	✓ Sí (p < 0,05)
P. latencia	0,015	✓ Sí (p < 0,05)
T50	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,281	✗ No (p > 0,05)
Vg	0,258	✗ No (p > 0,05)

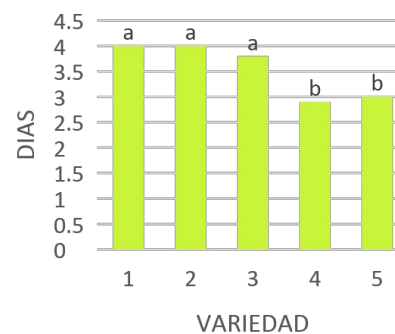
%Germinación cebolla



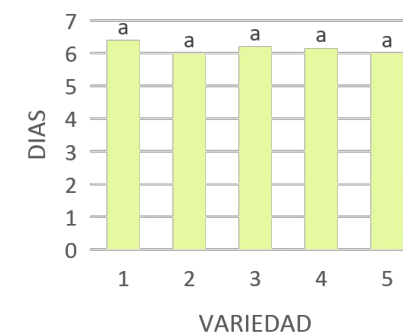
P. latencia cebolla



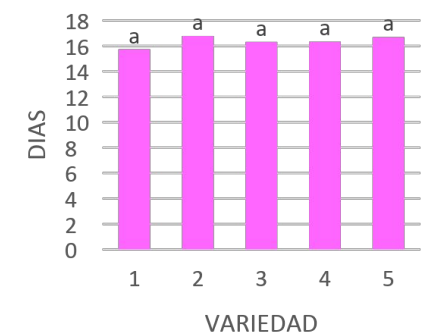
T50 cebolla



tg cebolla



Vg cebolla



ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

LECHUGA

ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
				de latencia (d)			
Lechuga	1	BGHZ0123	84,0 ± 5,3	1,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	6,4 ± 0,3	15,9 ± 0,7
	2	BGHZ0124	99,0 ± 3,3	1,0 ± 0,0	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	25,0 ± 0,0
	3	BGHZ0125	93,0 ± 7,1	1,6 ± 0,5	5,2 ± 0,7	6,0 ± 0,4	16,6 ± 1,0
	4	BGHZ2097	83,0 ± 10,5	2,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	4,1 ± 0,2	24,4 ± 0,8
	5	BGHZ7662	48,0 ± 13,0	3,8 ± 1,6	3,1 ± 3,0	6,6 ± 0,5	15,4 ± 1,0
	6	BGHZ7662 (frio)	91,0 ± 9,4	2,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	25,0 ± 0,0



LECHUGA BGHZ7662 (0 AÑOS)				
ÍNDICE	ANÁLISIS VARIANZA SIGNIFICATIVO	SUBCONJUNTOS DIFERENTES	ENTRADA 5 SIN TRATAMIENTO	ENTRADA 6 CON TRATAMIENTO
% Germinación	✓ Sí (p < 0,05)	SI	48	91
P, latencia (días)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	4	2
T50 (días)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	3,1	1
Tg (días)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	6,66	4,00
Vg (d ⁻¹)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	15,12	25,00
Longitud raíz(mm)	✓ Sí (p < 0,05)	SI	1	36,7
DECISIÓN			×	✓

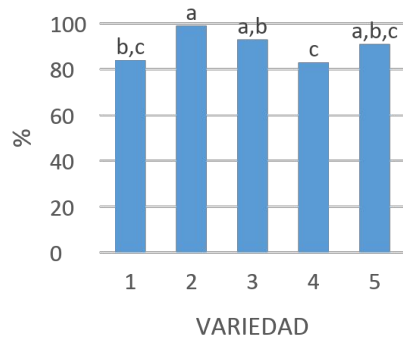
ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

LECHUGA

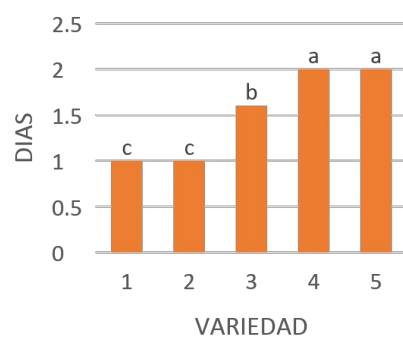
ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Lechuga	1	BGHZ0123	84,0 ± 5,3	1,0 ± 0,0	5,0 ± 0,0	6,4 ± 0,3	15,9 ± 0,7
	2	BGHZ0124	99,0 ± 3,3	1,0 ± 0,0	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	25,0 ± 0,0
	3	BGHZ0125	93,0 ± 7,1	1,6 ± 0,5	5,2 ± 0,7	6,0 ± 0,4	16,6 ± 1,0
	4	BGHZ2097	83,0 ± 10,5	2,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	4,1 ± 0,2	24,4 ± 0,8
	5	BGHZ7662 (frio)	91,0 ± 9,4	2,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	25,0 ± 0,0

Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
T50	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas

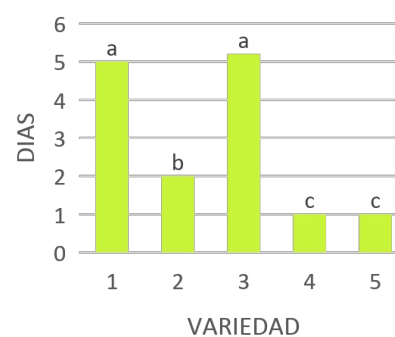
%Germinación lechuga



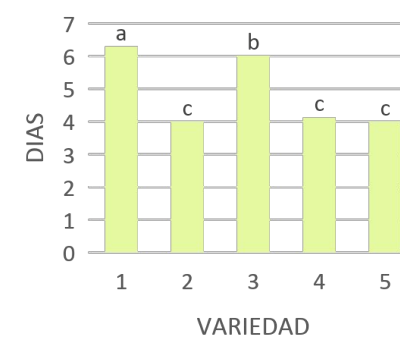
P. latencia lechuga



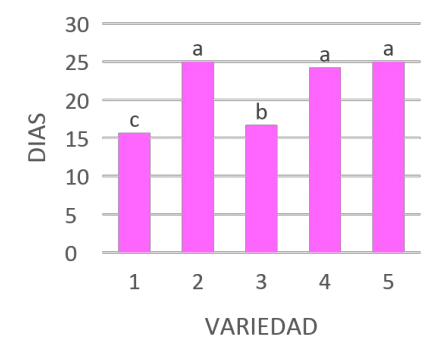
T50 lechuga



tg lechuga



Vg lechuga



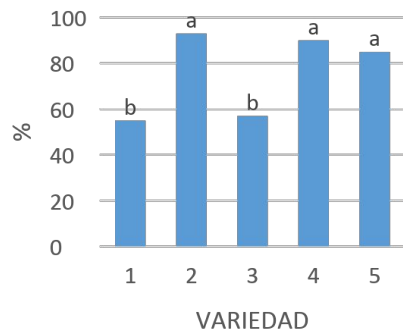
ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

MELÓN

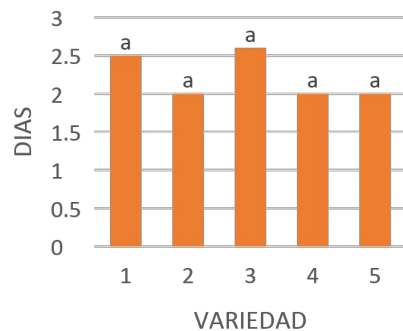
ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Melón	1	BGHZ0011	55,0 ± 28,5	2,5 ± 1,2	3,6 ± 2,6	5,4 ± 1,8	15,3 ± 6,0
	2	BGHZ0062	93,0 ± 7,5	2,0 ± 0,0	1,1 ± 0,3	4,0 ± 0,0	25,0 ± 0,0
	3	BGHZ0067	57,0 ± 23,0	2,6 ± 0,9	3,4 ± 2,5	5,9 ± 1,0	17,3 ± 3,8
	4	BGHZ4776	90,0 ± 9,4	2,0 ± 0,0	2,4 ± 1,4	4,8 ± 0,4	21,2 ± 2,0
	5	BGHZ6385	85,0 ± 10,2	2,0 ± 0,0	1,9 ± 0,4	3,9 ± 0,2	25,7 ± 1,3

Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,085	✗ No (p > 0,05)
T50	0,008	✓ Sí (p < 0,05)
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Sí (p < 0,05)

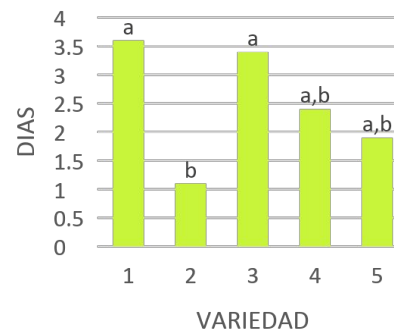
%Germinación melón



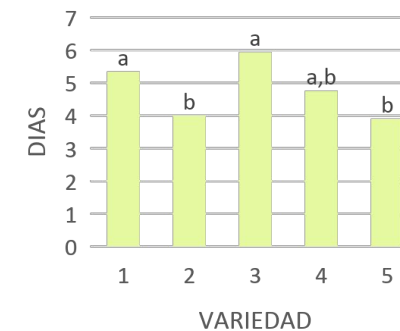
P. latencia melón



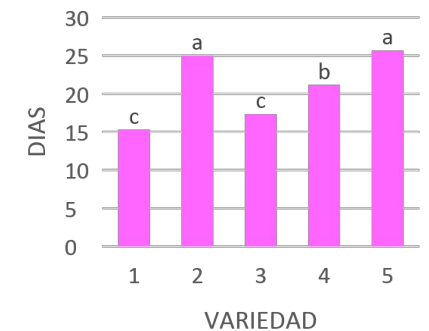
T50 melón



tg melón



Vg melón



ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

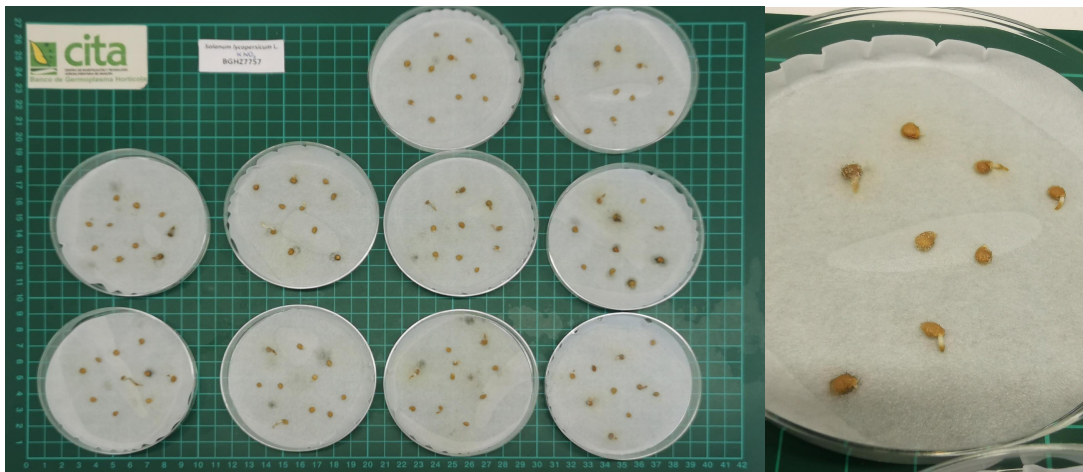
TOMATE

ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Tomate	1	BGHZ0019	88,0 ± 8,4	3,2 ± 0,6	4,6 ± 0,8	8,3 ± 1,1	12,2 ± 1,4
	2	BGHZ0022	99,0 ± 3,2	3,0 ± 0,0	3,8 ± 0,4	6,3 ± 0,9	16,2 ± 2,2
	3	BGHZ0033	98,0 ± 3,2	3,3 ± 0,5	4,2 ± 0,6	7,8 ± 1,3	13,2 ± 2,3
	4	BGHZ4801	100,0 ± 0,0	2,2 ± 0,4	2,9 ± 0,3	5,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0
	5	BGHZ7757	94,0 ± 4,2	3,3 ± 0,5	3,3 ± 0,5	5,8 ± 0,5	17,6 ± 1,9
	6	BGHZ7757 (HNO ₃)	46,0 ± 16,2	7,5 ± 0,5	5,2 ± 5,6	14,0 ± 0,0	7,1 ± 0,0

ISTA recomienda
0,2% KNO₃



0,02% de KNO₃



TOMATE BGHZ7757 (0 AÑOS)		
ÍNDICE	ENTRADA 5 SIN TRATAMIENTO	ENTRADA 6 CON TRATAMIENTO
% Germinación	46	94
P, latencia (d)	7,5	3,3
T50 (d)	5,2	3,3
Tg (d)	14,0	5,57
Vg (d ⁻¹)	7,1	17,55
Longitud raíz (mm)	1,61	57,2
DECISIÓN	✓	X

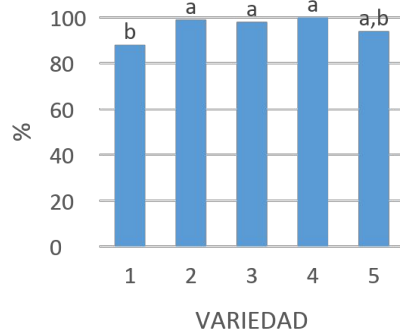
ANÁLISIS ÍNDICES PARA CADA ESPECIE

TOMATE

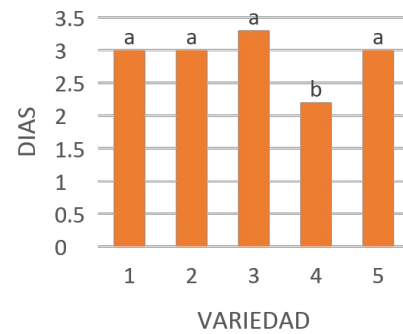
ESPECIE	Variedad	Código	% Germinación	Periodo de latencia (d)	T50 (d)	Tg (d)	Vg (d)
Tomate	1	BGHZ0019	88,0 ± 8,4	3,2 ± 0,6	4,6 ± 0,8	8,3 ± 1,1	12,2 ± 1,4
	2	BGHZ0022	99,0 ± 3,2	3,0 ± 0,0	3,8 ± 0,4	6,3 ± 0,9	16,2 ± 2,2
	3	BGHZ0033	98,0 ± 3,2	3,3 ± 0,5	4,2 ± 0,6	7,8 ± 1,3	13,2 ± 2,3
	4	BGHZ4801	100,0 ± 0,0	2,2 ± 0,4	2,9 ± 0,3	5,0 ± 0,0	20,0 ± 0,0
	5	BGHZ7757	94,0 ± 4,2	3,3 ± 0,5	3,3 ± 0,5	5,8 ± 0,5	17,6 ± 1,9

Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
T50	0,272	✗ No (p > 0,05)
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas

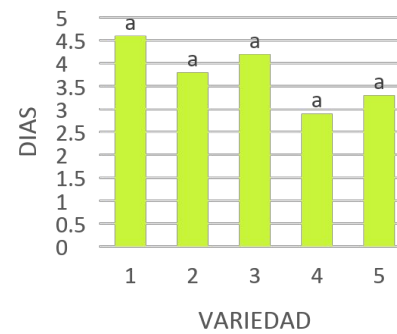
%Germinación tomate



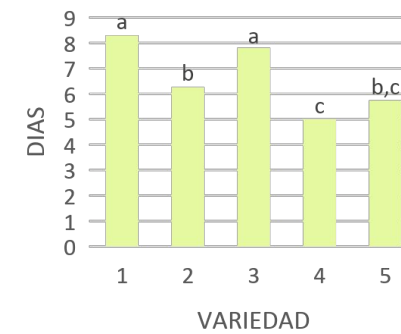
P. latencia toamate



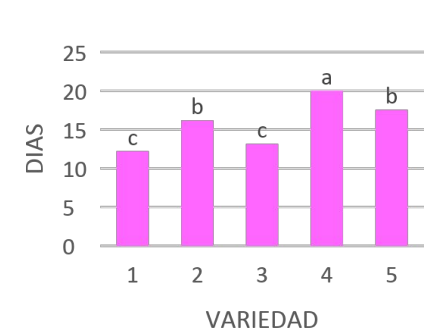
T50 tomate



tg tomate



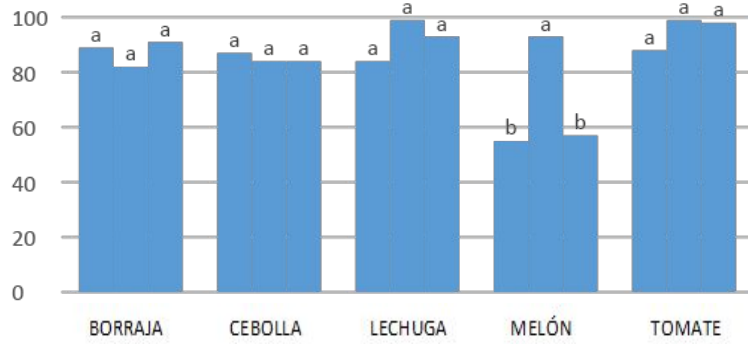
Vg tomate



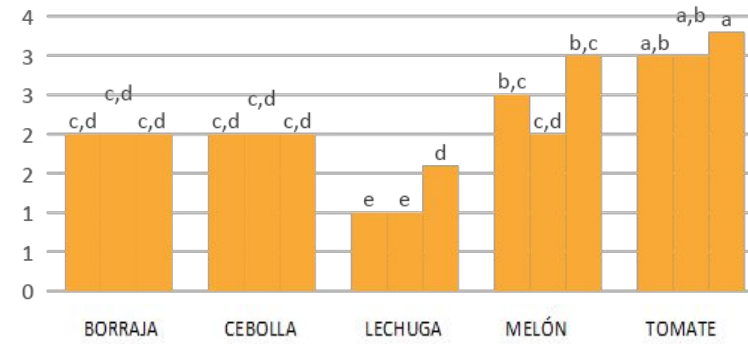
COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

(VARIEDADES DE 35 - 42 AÑOS)

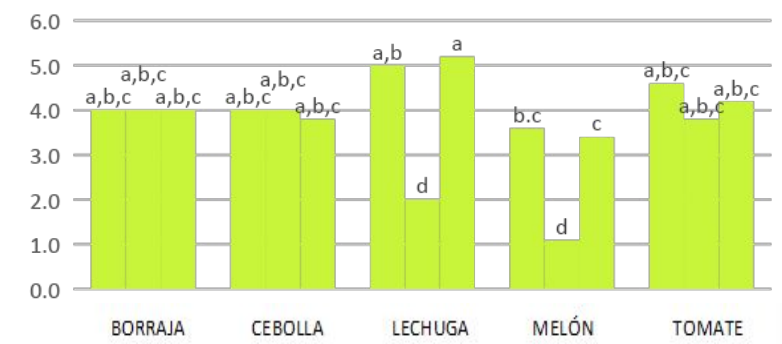
% Germinación especies 35-42años



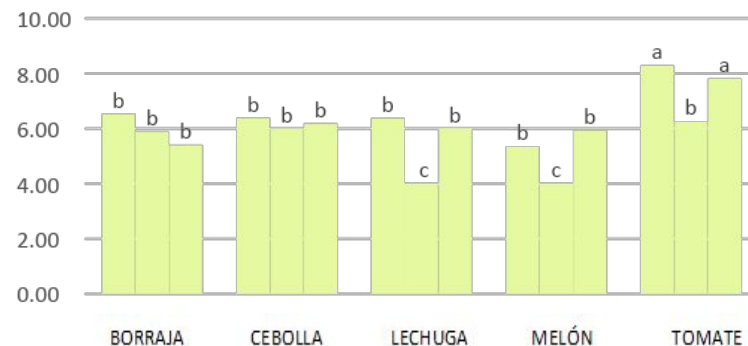
P. latencia especies 35-42 años



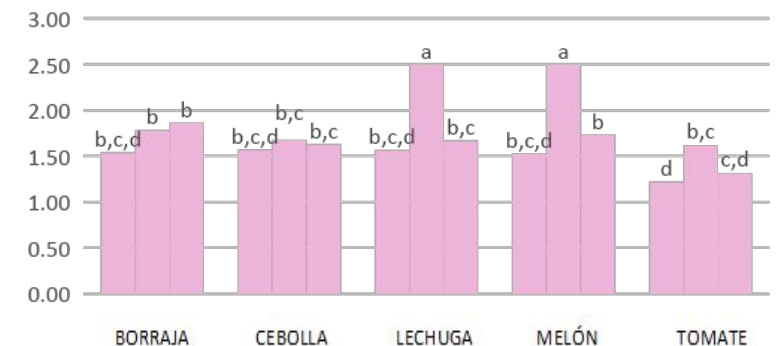
T50 especies 35-42 años



tg especies 35-42 años



Vg especies 35-42 años



Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
T50	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas

COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

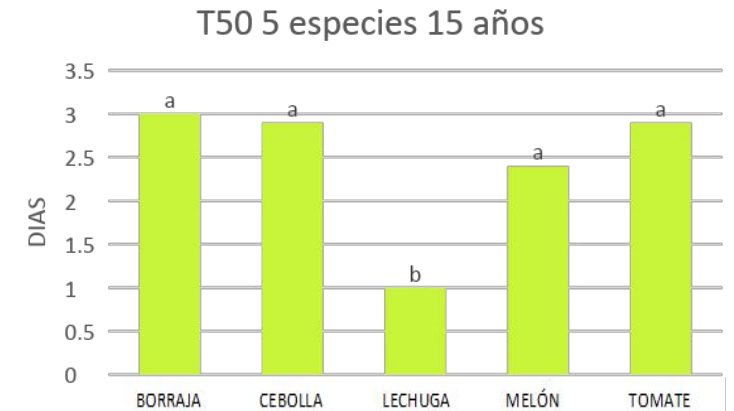
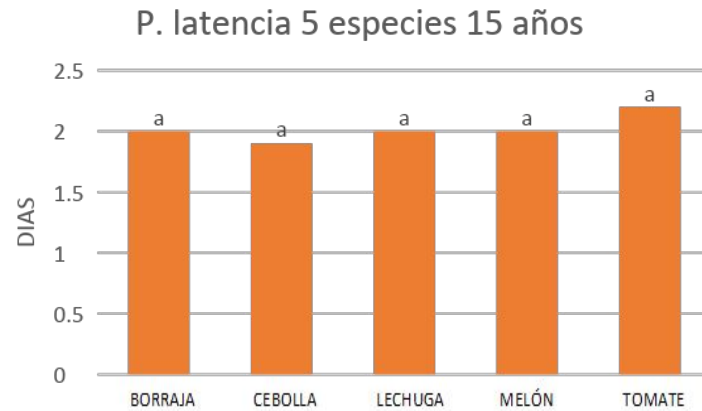
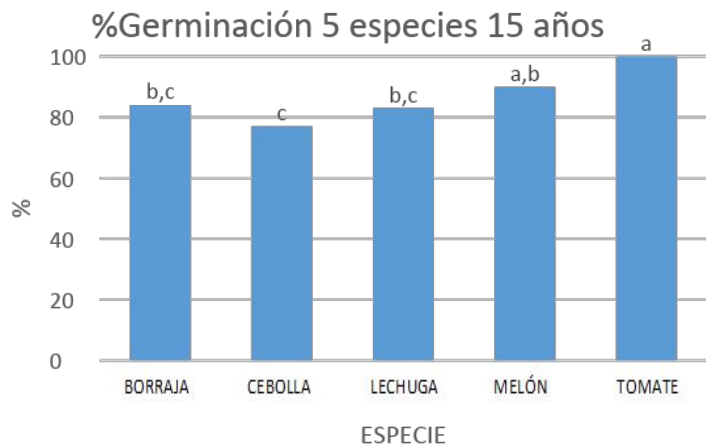
(VARIEDADES DE 35 - 42 AÑOS)

Especie	Germinación %	P. latencia (días)	T50 (días)	Tg	Vg
Borraja	Alta 89–91	Medio 2,0	Medio 4,0	5,4–6,5	Moderada 15,4–18,6
Cebolla	Alta 84–87	Medio 2,0	Medio 3,8-4,0	5,9–6,2	Moderada 15,7–16,8
Lechuga	Alta 84–99	Muy bajo 1,0–1,6 *	Muy variable 2,0-5,2	4,0–6,4	Alta en una, moderada en el resto 15,7–25,0
Melón	Baja 55–93	Medio-alto 2,5–2,6	Bajo 1,1–3,6	4,0–5,9	Alta en una variedad, moderada en el resto 15,3–17,3
Tomate	Muy alta 88–99	Alto 3,0–3,3	Alto 4,2–4,6	6,3–8,3	Lenta 12,2–13,1

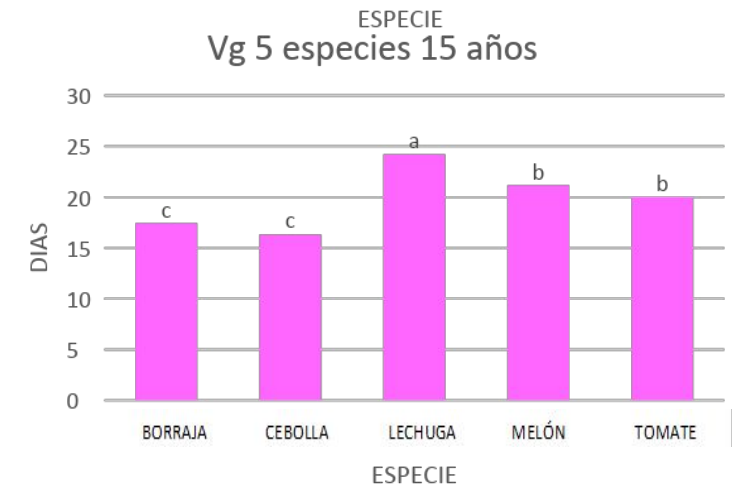
* con diferencias significativas

COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

(VARIEDADES DE 14- 16 AÑOS)



Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,513	✗ No (p > 0,05)
T50	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Sí (p < 0,05) muy significativas



COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

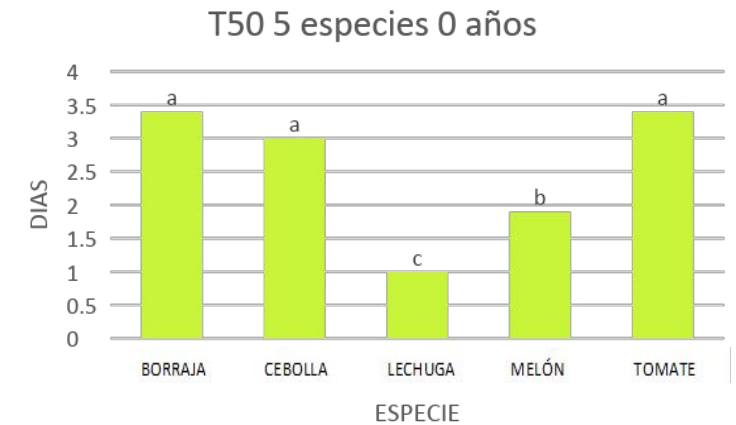
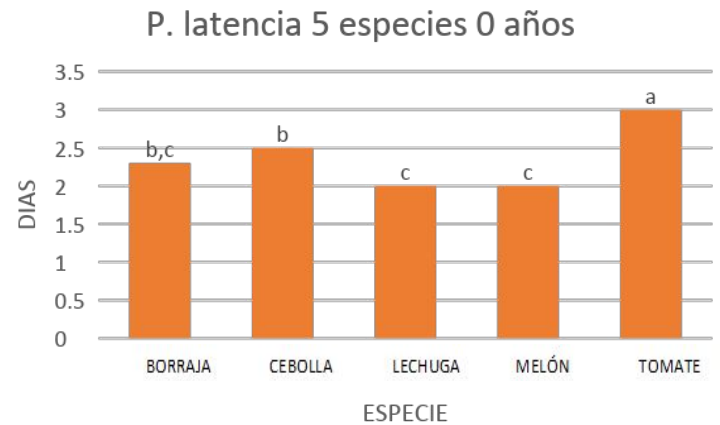
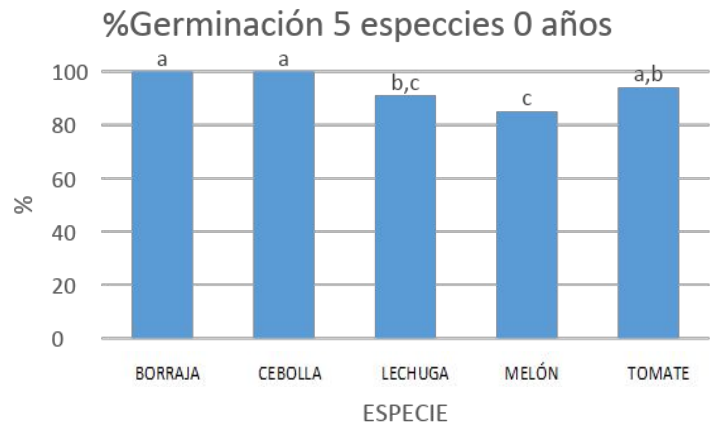
(VARIEDADES DE 14- 16 AÑOS)

Especie	Germinación (%)	P. latencia (días)	T50 (días)	Tg	Vg
Borraja	Alta 84,0	Medio 2,0	3,0	5,82	Alta 17,44
Cebolla	Media 77,0	Medio 1,9	2,9	6,15	Moderada 16,34
Lechuga	Media 83,0	Medio 2,0	1,0 *	4,13 *	Alta 24,22 *
Melón	Alta 90,0	Medio 2,0	2,4	4,76	Moderada 21,17
Tomate	Muy alta 100	Medio 2,2	2,9	5,00	Alta 20,00

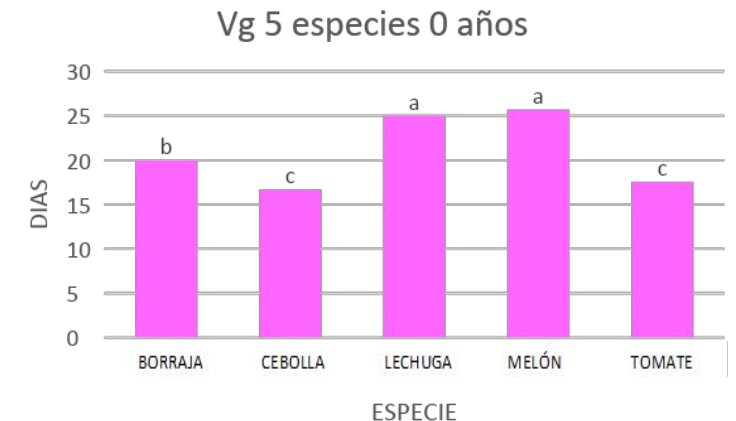
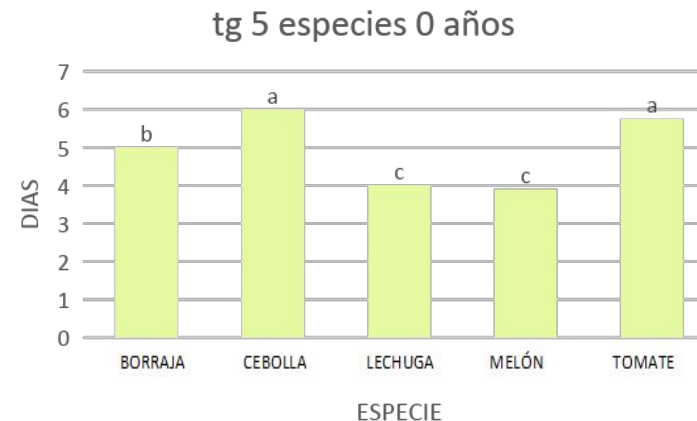
* con diferencias significativas

COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

(VARIEDADES DE 0 AÑOS)



Variable	Sig. (p-valor)	¿Hay diferencias significativas entre variedades?
Germinación	0,000	✓ Si (p < 0,05) muy significativas
P. latencia	0,000	✓ Si (p < 0,05) muy significativas
T50	0,000	✓ Si (p < 0,05) muy significativas
Tg	0,000	✓ Si (p < 0,05) muy significativas
Vg	0,000	✓ Si (p < 0,05) muy significativas



COMPARATIVA ÍNDICES ENTRE ESPECIES Y TIEMPOS DE CONSERVACIÓN

(VARIEDADES DE 0 AÑOS)

Especie	Germinación (%)	P. LAT	T50	Tg	Vg
Borraja	Alta 100	Medio 2,3	3,4	5,0	Alta 20,00
Cebolla	Alta 100	Medio 2,5	3,0	6,0	Moderada 16,70
Lechuga	Alta 91,0	Medio 2,0	1,0	4,0	Alta 25,00
Melón	Media 85,0	Medio 2,0	1,9	3,91	Alta 25,67
Tomate	Alta 94,0	Alto 3,0	3,3	5,75	Alta 17,55

* con diferencias significativas

CORRELACIONES BIVARIANTES

BORRAJA		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	,191	-,043	-,060	-,094
	Sig. (bilateral)		,184	,767	,681	,518
	N	50	50	50	50	50
P.LAT	Correlación de Pearson	,191	1	-,005	-,166	,140
	Sig. (bilateral)	,184		,974	,248	,331
	N	50	50	50	50	50
T50	Correlación de Pearson	-,043	-,005	1	,151	-,107
	Sig. (bilateral)	,767	,974		,294	,458
	N	50	50	50	50	50
Tg	Correlación de Pearson	-,060	-,166	,151	1	-,959(**)
	Sig. (bilateral)	,681	,248	,294		,000
	N	50	50	50	50	50
Vg	Correlación de Pearson	-,094	,140	-,107	-,959(**)	1
	Sig. (bilateral)	,518	,331	,458	,000	
	N	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

CEBOLLA		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	,191	-,043	-,060	-,094
	Sig. (bilateral)		,184	,767	,681	,518
	N	50	50	50	50	50
P.LAT	Correlación de Pearson	,191	1	-,005	-,166	,140
	Sig. (bilateral)	,184		,974	,248	,331
	N	50	50	50	50	50
T50	Correlación de Pearson	-,043	-,005	1	,151	-,107
	Sig. (bilateral)	,767	,974		,294	,458
	N	50	50	50	50	50
Tg	Correlación de Pearson	-,060	-,166	,151	1	-,959(**)
	Sig. (bilateral)	,681	,248	,294		,000
	N	50	50	50	50	50
Vg	Correlación de Pearson	-,094	,140	-,107	-,959(**)	1
	Sig. (bilateral)	,518	,331	,458	,000	
	N	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

LECHUGA		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	-,250	-,065	-,206	,188
	Sig. (bilateral)		,079	,652	,152	,191
	N	50	50	50	50	50
P.LAT	Correlación de Pearson	-,250	1	-,457(**)	-,384(**)	,364(**)
	Sig. (bilateral)	,079		,001	,006	,009
	N	50	50	50	50	50
T50	Correlación de Pearson	-,065	-,457(**)	1	,951(**)	-,954(**)
	Sig. (bilateral)	,652	,001		,000	,000
	N	50	50	50	50	50
Tg	Correlación de Pearson	-,206	-,384(**)	,951(**)	1	-,996(**)
	Sig. (bilateral)	,152	,006	,000		,000
	N	50	50	50	50	50
Vg	Correlación de Pearson	,188	,364(**)	-,954(**)	-,996(**)	1
	Sig. (bilateral)	,191	,009	,000	,000	
	N	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

MELÓN		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	-,039	,106	,057	,133(*)
	Sig. (bilateral)		,535	,095	,369	,036
	N	50	50	50	50	50
P.LAT	Correlación de Pearson	-,039	1	,078	,410(**)	-,258(**)
	Sig. (bilateral)	,535		,219	,000	,000
	N	50	50	50	50	50
T50	Correlación de Pearson	,106	,078	1	,668(**)	-,635(**)
	Sig. (bilateral)	,095	,219		,000	,000
	N	50	50	50	50	50
Tg	Correlación de Pearson	,057	,410(**)	,668(**)	1	-,812(**)
	Sig. (bilateral)	,369	,000	,000		,000
	N	50	50	50	50	50
Vg	Correlación de Pearson	,133(*)	-,258(**)	-,635(**)	-,812(**)	1
	Sig. (bilateral)	,036	,000	,000	,000	
	N	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TOMATE		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	-,203	-,360(*)	-,306(*)	,295(*)
	Sig. (bilateral)		,157	,010	,031	,038
	N	50	50	50	50	50
P.LAT	Correlación de Pearson	-,203	1	,510(**)	,547(**)	-,597(**)
	Sig. (bilateral)	,157		,000	,000	,000
	N	50	50	50	50	50
T50	Correlación de Pearson	-,360(*)	,510(**)	1	,794(**)	-,751(**)
	Sig. (bilateral)	,010	,000		,000	,000
	N	50	50	50	50	50
Tg	Correlación de Pearson	-,306(*)	,547(**)	,794(**)	1	-,979(**)
	Sig. (bilateral)	,031	,000	,000		,000
	N	50	50	50	50	50
Vg	Correlación de Pearson	,295(*)	-,597(**)	-,751(**)	-,979(**)	1
	Sig. (bilateral)	,038	,000	,000	,000	
	N	50	50	50	50	50

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

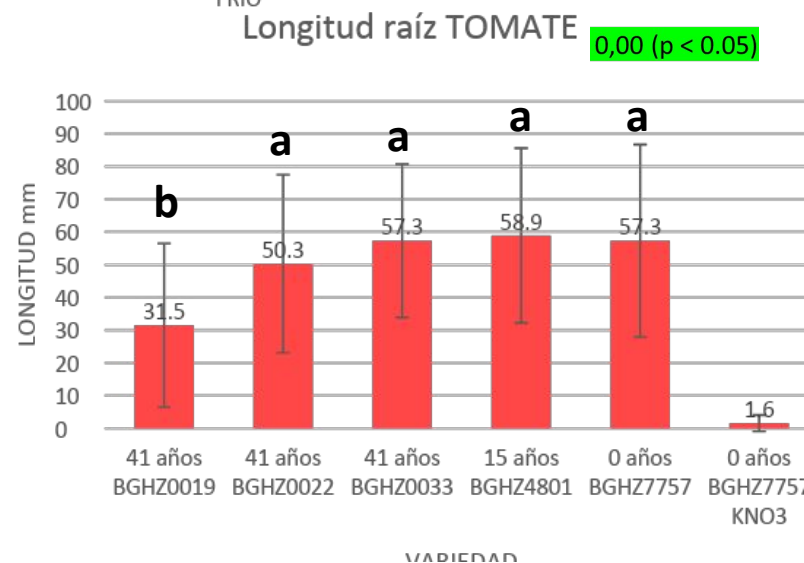
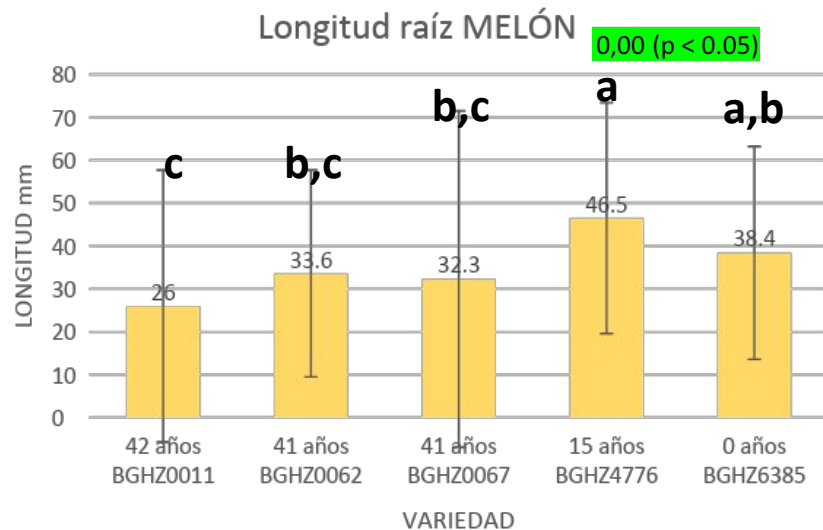
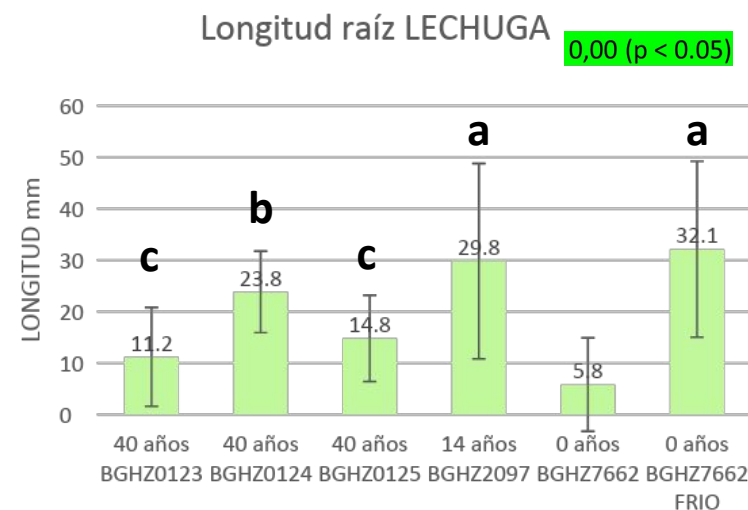
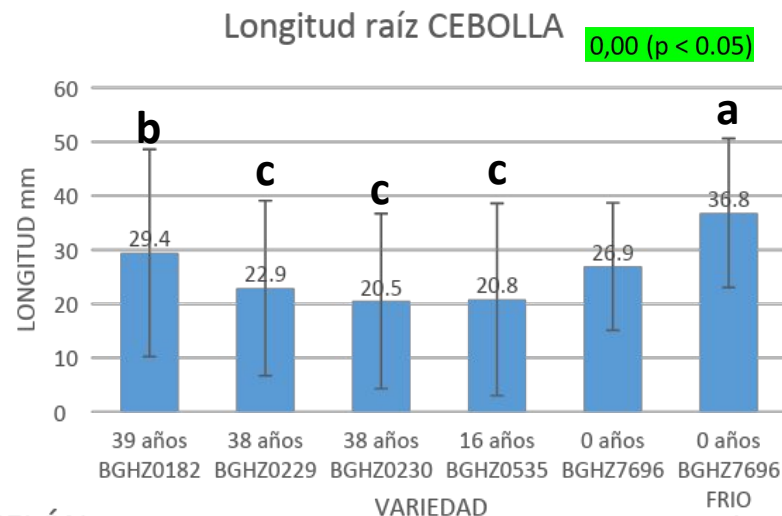
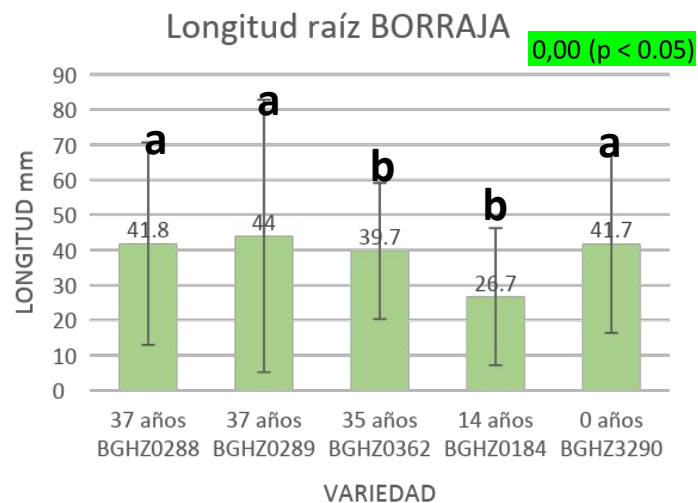
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

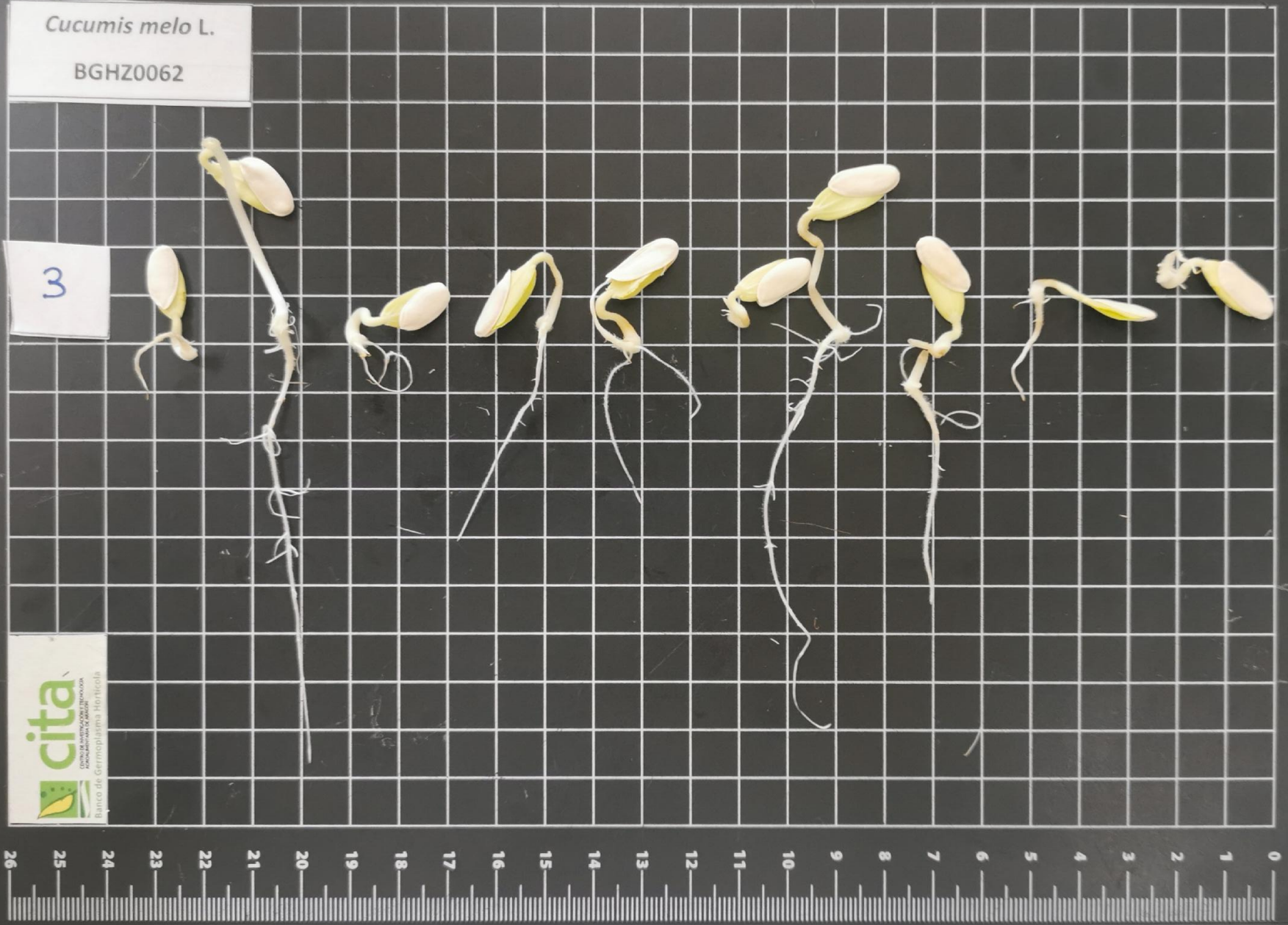
ENTRE ESPECIES		GERMINACIÓN	P.LAT	T50	Tg	Vg
GERMINACIÓN	Correlación de Pearson	1	-,039	,106	,057	,133(*)
	Sig. (bilateral)		,535	,095	,369	,036
	N	250	250	250	250	250
P.LAT	Correlación de Pearson	-,039	1	,078	,410(**)	-,258(**)
	Sig. (bilateral)	,535		,219	,000	,000
	N	250	250	250	250	250
T50	Correlación de Pearson	,106	,078	1	,668(**)	-,635(**)
	Sig. (bilateral)	,095	,219		,000	,000
	N	250	250	250	250	250
Tg	Correlación de Pearson	,057	,410(**)	,668(**)	1	-,812(**)
	Sig. (bilateral)	,369	,000	,000		,000
	N	250	250	250	250	250
Vg	Correlación de Pearson	,133(*)	-,258(**)	-,635(**)	-,812(**)	1
	Sig. (bilateral)	,036	,000	,000	,000	
	N	250	250	250	250	250

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

ENSAYOS DE VIGOR - LONGITUD DE LA RAÍZ





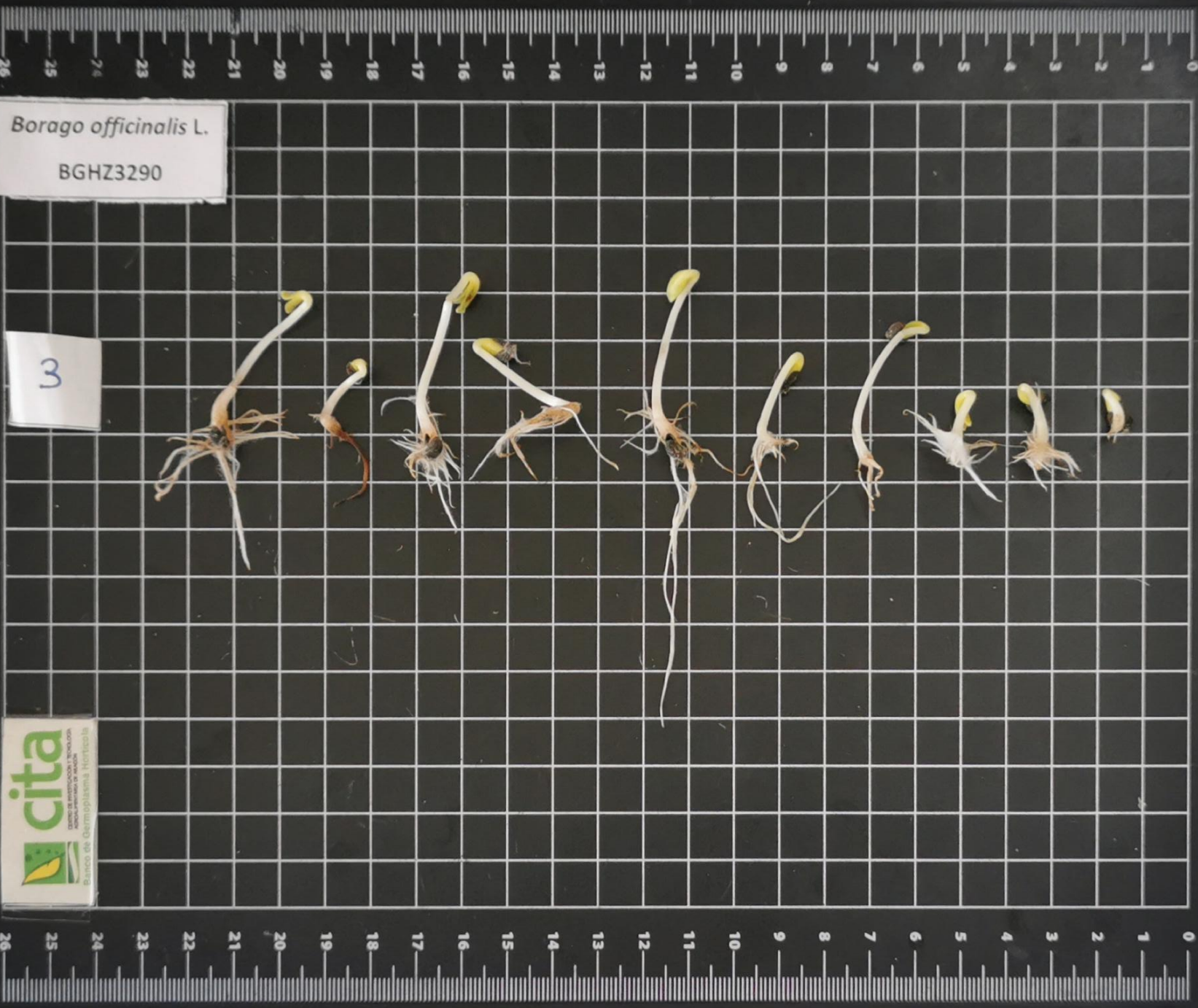
Cucumis melo L.

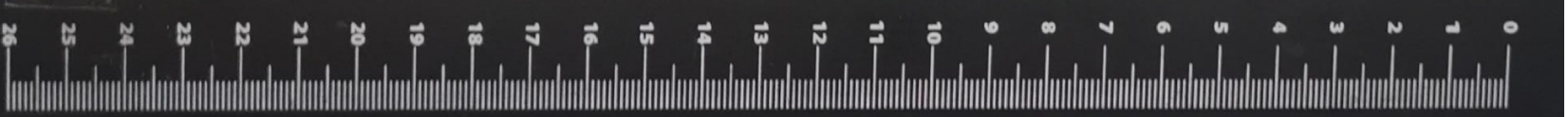
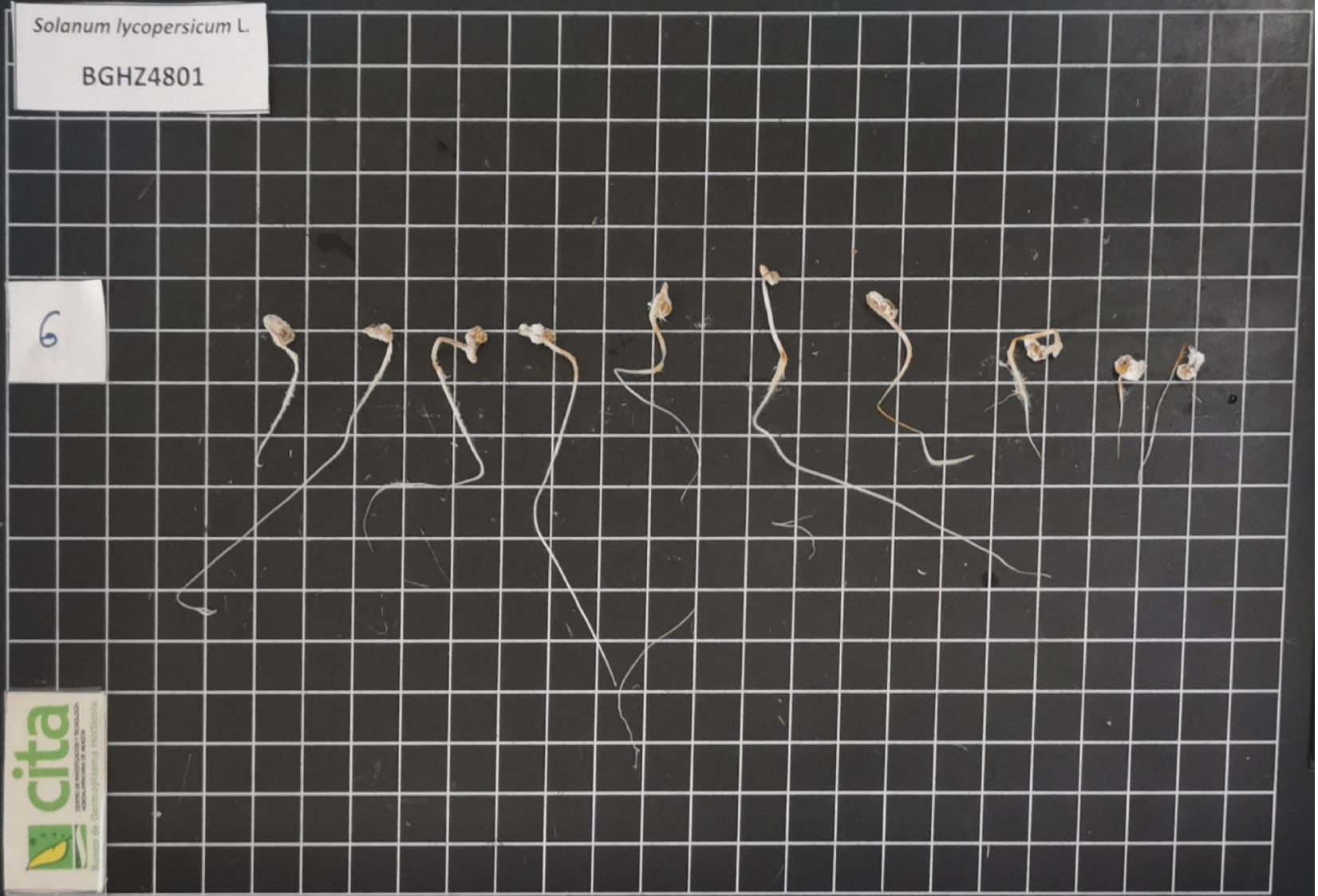
BGHZ0062

3

Borago officinalis L.
BGHZ3290

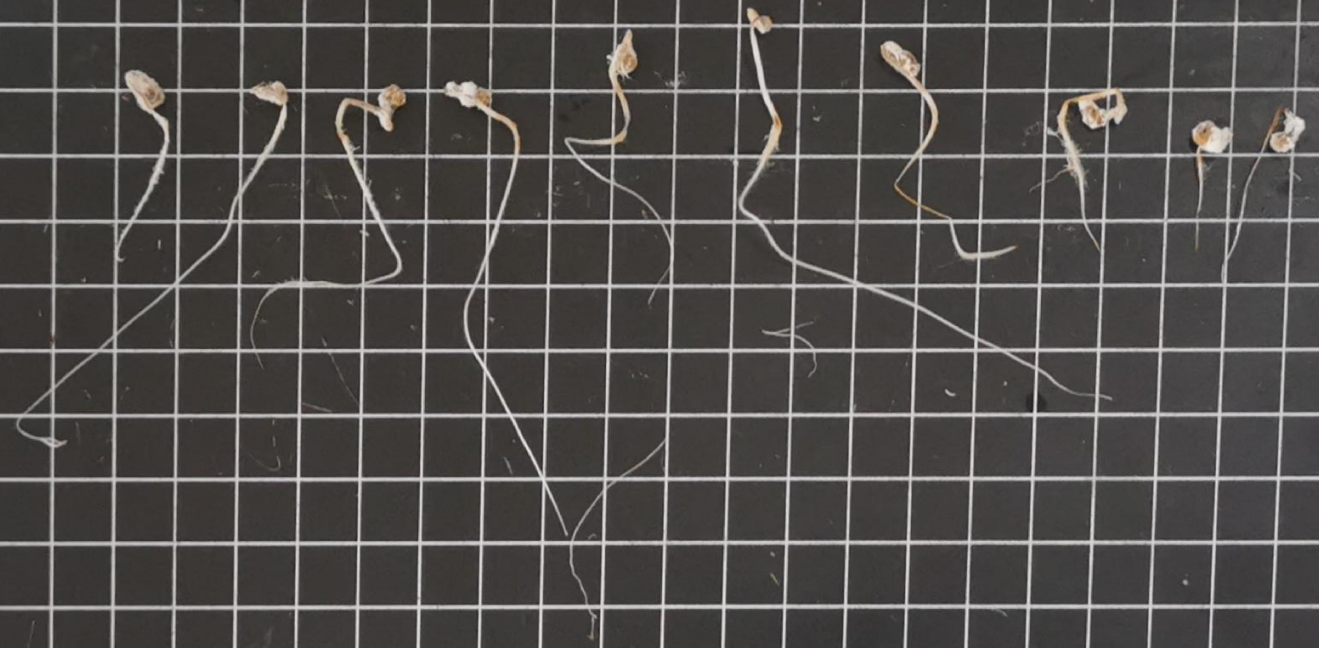
3





Solanum lycopersicum L.
BGHZ4801

6



ENSAYOS BIOQUÍMICOS-TEST DE TETRAZOLIO



ENSAYOS BIOQUÍMICOS-TEST DE TETRAZOLIO

	BGHZ 6385 1: Sí, sí, sí, sí, sí 2: Sí, sí, no, no, no 3: Sí, no, no, no, sí
	BGHZ 4776 4: Sí, no, no, no, sí 5: No, no, sí, no, no 6: No, no, sí, sí, no
	BGHZ 0011 7: Sí, sí, no, sí, sí 8: Sí, no, no, no, no 9: Sí, sí, no, no, sí
	BGHZ 0062 10: Sí, sí, sí, sí, no 11: Sí, sí, sí, no, no 12: Sí, no, no, no, no
	BGHZ 0067 13: Sí, sí, no, sí, no 14: No, sí, sí, sí, no 15: Sí, no, no, sí, no

1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm
1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm
1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm
1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm
1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm	1 DIV = 0.1mm

BORRAJA

12BGHZ0184



1 DIV = 0.1mm

LECHUGA

4BGHZ0124



1 DIV = 0.1mm

TOMATE

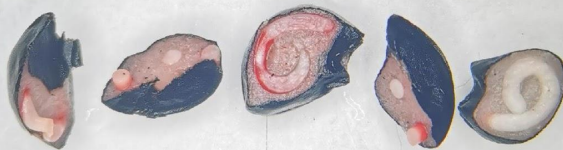
7 BGHZ 0033



1 DIV = 0.1mm

CEBOLLA

3 BGHZ 7696



1 DIV = 0.1mm

MELÓN

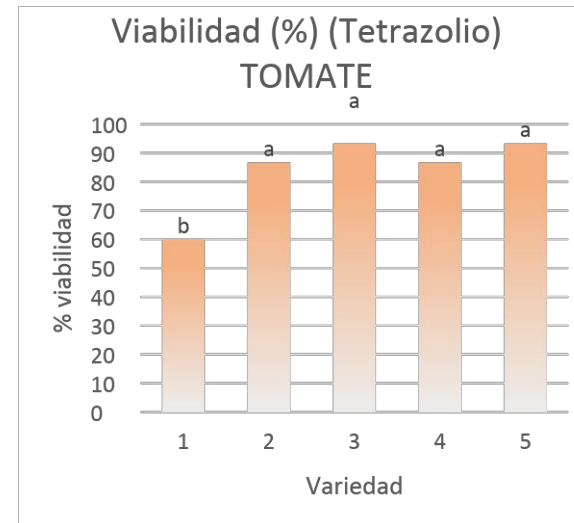
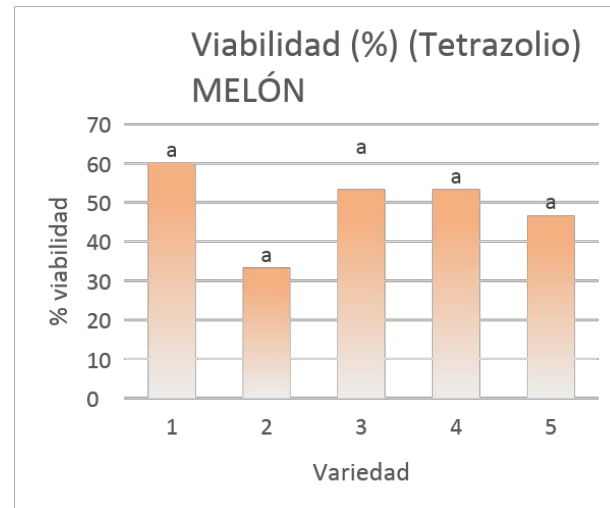
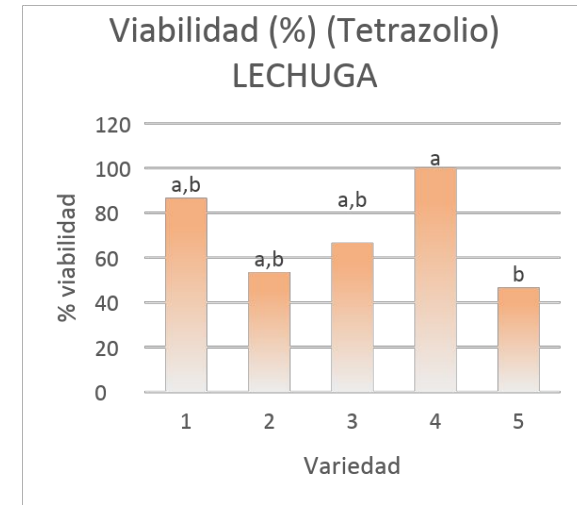
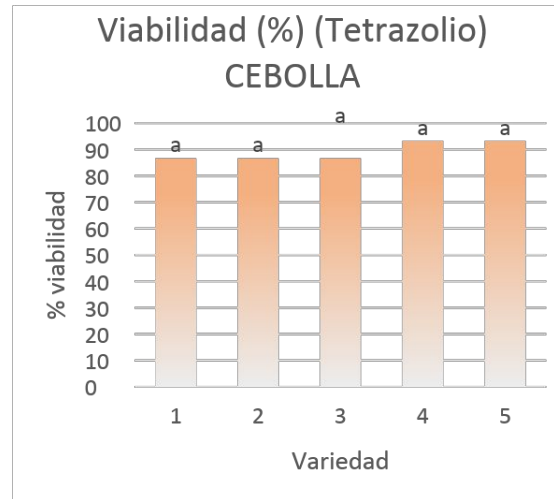
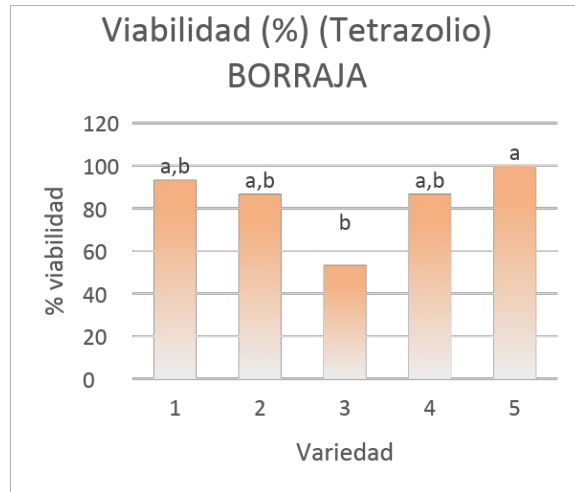


1 DIV = 0.1mm

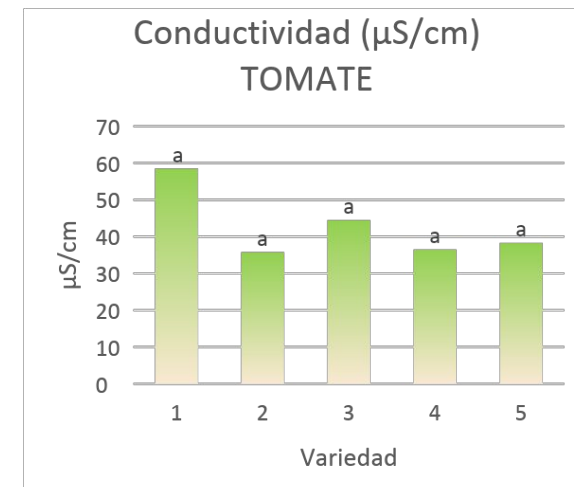
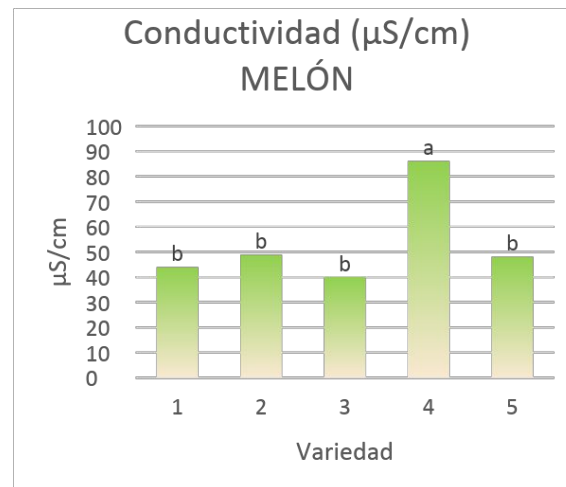
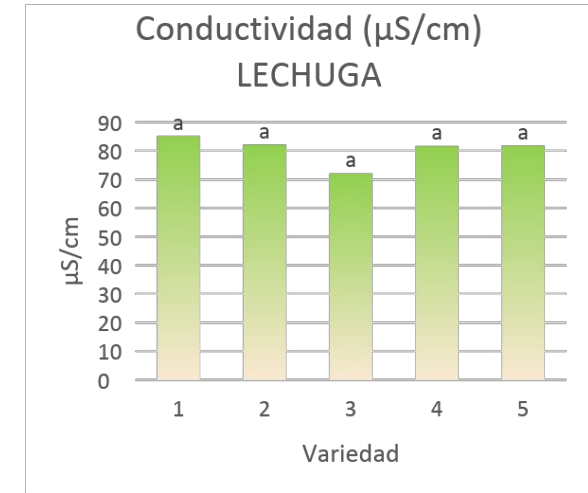
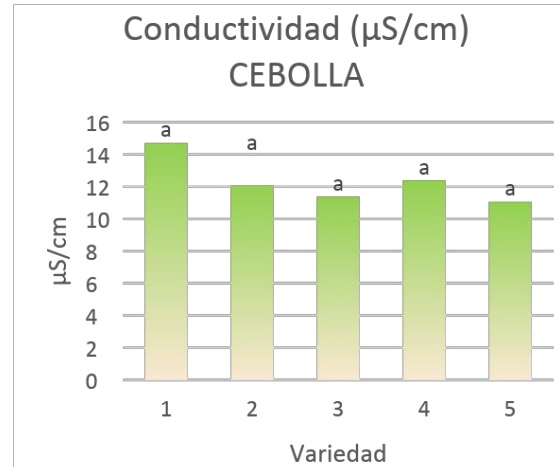
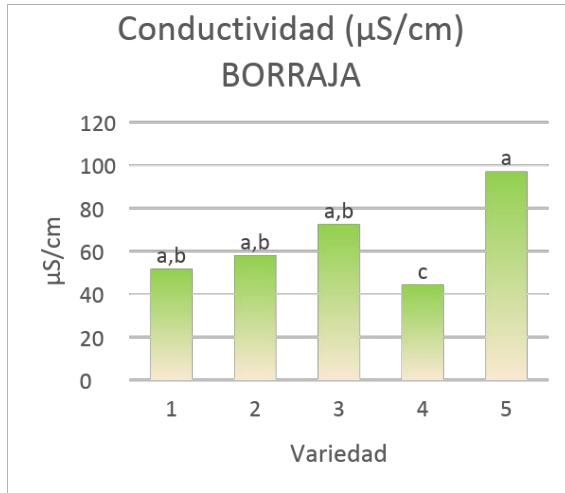


1 DIV = 0.1mm

ENSAYOS BIOQUÍMICOS-TEST DE TETRAZOLIO



ENSAYOS BIOQUÍMICOS-CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



RESUMEN RESULTADOS

En síntesis, nuestras variedades de más años de conservación:

- ☑ **Tomate y lechuga** ☐ **mas resistentes** (germinaciones > 90 % y alto vigor)
- ☑ **Melón** ☐ comportamiento **intermedio y errático**, con variabilidad intraespecífica
- ☒ **Borraja y cebolla** ☐ **mas susceptibles** (reducciones del 10–15 % y caídas en el vigor)

DISCUSIÓN

Mallor et al. (2012)

Mallor et al. (2015)

Roos et al. (1992)

Walters et al. (2005)

Seed longevity of vegetable seeds from BGHZ-CITA genebank (Zaragoza, Spain) compared to their duplicates from CRF-INIA (Madrid, Spain)

Cristina Mallor¹, Angeles Vela², Issara Martin²

¹ Centro Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. Montañana 930 E 50056 Zaragoza Spain
² Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF), Inst. Agraria del CSIC, 28040 Madrid Spain

Introduction

Spain is one of the richest countries in crop biodiversity in Europe, particularly in vegetable species. Significant efforts have been made in the last decades to collect vegetable landraces to ensure their long-term conservation in *ex situ* collections, thus preventing their irreversible loss.

Spanish *ex situ* collections of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRA) are organized in a National Network supported by the National Program on Conservation and Utilization of PGRA.

In the group of vegetable species, the BGHZ-CITA in Zaragoza is one of the national active genebanks, although other regional and national institutions maintain important collections. The responsibility of the Spanish National Centre of Plant Genetic Resources (CN-INGA) include the documentation of early duplicates of the seed Spanish collections (these collections and their documentation in the National Inventory (NI). According to this National Inventory, BGHZ-CITA conserves more than 7,000 accessions belonging to the main vegetable crops. About 75% of these samples are duplicated in the CRF-INIA. The aim of the viability monitoring was to decide whether regeneration is required and to analyze the efficiency of the conservation procedures.

Seed storage conditions

In the BGHZ-CITA active collection, the seed samples are desiccated with silica gel and stored at -18 °C.

The CRF-INIA have collection is also conserved at -18 °C (-15 °C before 1998) and seed drying is conducted in desiccation chambers (15-17% RH, and 20 °C), although silica gel was employed on vegetable seeds until the year 2000.

In order to monitor the viability of the seeds, both active and have collections perform germination tests during storage.

Viability monitoring

Seed germination after 20-30 years of storage was studied on 8 vegetable species (cotton, cabbage, pepper, onion, watermelon, cucumber, tomato and lettuce), in both genebanks (Table 1).

The 364 accessions analyzed were multiplied in CITA; part of the obtained seeds was stored in the genebank and a duplicate was conserved in CRF some months later.

Germination tests were performed following ISTA rules (ISTA, 2011). One hundred seeds or fifty seeds per accession were used in CITA and CRF genebanks, respectively.

Results

In both collections, seed germination resulted similar and high in most samples (Figure 1), although slightly lower in the CRF materials, with the exception of Carcharias, where seeds are generally long-lived (Walters et al. 2005). The longer storage periods of the CRF samples may have played a part in the lower germination percentages of the short-lived seeds (onion, lettuce and cabbage).

ACKNOWLEDGMENTS
Financial support of the FP7/2007-2013 COF and FP7/2007-2013 projects, both funded by the National Institute of Agricultural and Food Research and Technology (INIA), and FP7/2007-2013 projects.

REFERENCES
International Technical Guidelines (ISTA, 2011). Methods and procedures for seed testing (ISTA, 2011).
Walters, C., Walters, M. and Walters, M. (2005). Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. Seed Science Research 15, 1-10.

CAPÍTULO 2. CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

VARIABILIDAD INTER E INTRAESPECÍFICA EN LA LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS CONSERVADAS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPECIES HORTÍCOLAS DE ZARAGOZA

Mallor C., Álvarez J.M., Carravedo M.

Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA). Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza.

Palabras clave: semillas, germinación, especies hortícolas, banco de germoplasma.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas de Zaragoza (BGHZ) alberga en sus cámaras aproximadamente 17.000 entradas en forma de semillas de especies mayoritariamente horticolas. La longevidad de las semillas es un factor muy importante para la conservación del germoplasma, habiéndose detectado variabilidad en su viabilidad entre y dentro de las diferentes especies (Börner et al., 2012).

El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación de la conservación, por especies, de las colecciones del Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas del CITA de Zaragoza después de casi tres décadas de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han realizado pruebas de germinación de muestras de semillas conservadas en el BGHZ en condiciones de larga duración (4% HR y -18°C). Las muestras pertenecen a 5 especies: cebolla (20 entradas), pimiento (91 entradas), melón (66 entradas), lechuga (29 entradas) y tomate (99 entradas). La edad de las semillas evaluadas está comprendida entre 25 y 29 años y las condiciones de las pruebas de germinación fueron las especificadas por las normas de la *International Seed Testing Association* (ISTA, 2011) para cada una de las especies. Se colocaron cuatro repeticiones por accesoión, de 25 semillas cada una, en placas Petri sobre papel absorbente humedecido con agua destilada. Los ensayos se realizaron en una cámara de germinación a una temperatura constante de 20 °C para lechuga y cebolla y de 25 °C para melón, y a una temperatura variable de 20 °C (16 horas) y 30 °C (8 horas) para pimiento y tomate. El último conteo del número de semillas germinadas se realizó a los 7 días (lechuga), 8 días (melón), 12 días (cebolla) y 14 días (tomate y pimiento).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación intraespecífica. El porcentaje de germinación dependió de la especie y de la edad de las semillas, además, se observó una interacción entre ambos factores, indicando que la edad de las semillas no influye igualmente en la conservación de las diferentes especies. Las semillas de lechuga y de tomate son las que presentaron un mayor porcentaje de germinación media (95%), mientras que las de pimiento presentaron la menor germinación (84%) (Tabla 1). Las pruebas realizadas a los 28 años mostraron una germinación media inferior (82%), mientras que en las realizadas a los 25 años la germinación fue mayor (95%).

Variación intraespecífica. En todas las especies estudiadas se ha podido observar una variabilidad intraespecífica, agrupándose las entradas según su porcentaje de germinación en diferentes subgrupos homogéneos, establecidos con el test de Tukey-b (Tabla 1). El pimiento es el que más subgrupos presenta (15), siendo también el de mayor coeficiente de variación (20,1%), indicando que en esta especie la variabilidad intraespecífica es mayor. La lechuga y

FEATURE

Record Longevities of Vegetable Seeds in Storage

E.E. Roos¹ and D.A. Davidson¹
Agricultural Research Service, National Seed Storage Laboratory, Fort Collins, CO 80523

Agricultural production of food and fiber depends on the ability of seeds to dry and become quiescent for a period before planting for the next season's crop. In many instances, seed must be kept for more than one season; plant breeders may hold seed lots for several years before their use, while gene banks may store seed for decades before distribution. For this reason, seed longevity has been of interest to scientists and laypersons alike.

Recent reviews by Ellis (1991), Priestley (1986), Roos (1992), and Tisdale (1992) have examined the topic of seed longevity. Reports of 'Mammoth' wheat seeds surviving 3000 years in Egyptian pyramids are clearly spurious (Justice and Bass, 1978; Roos, 1992). Evidence from other archaeological sites (Lerman and Chisham, 1971; Odom, 1965; Saron et al., 1958), ancient herbaria (Bacquerel, 1934; Ewart, 1908; Natta, 1942; Youngman, 1951), and buried seed experiments (García and Baudouin, 1981) support the thesis that seeds of many species are capable of surviving for more than a century. Most of the reports of extremely long seed longevity have centered on agnate and wild seeds; while many vegetable seeds are reported to be relatively short lived (Barnes, 1961; Borrelli et al., 1949; Justice and Bass, 1978; Priestley et al., 1985). Reports of viable vegetable seed occurring in primitive caches in the southwestern United States have appeared in the popular press; however, as pointed out by Nabhan (1977), "The data are unfortunately inadequate to establish with any confidence that Southwestern crop seed from well-defined prehistoric cultural deposits have indeed remained upon their recent recovery."

Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes (1955) stored seed of carrot (*Daucus carota* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), onion (*Allium cepa* L.), pepper (*Capiscum annuum* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) at ambient temperature. Bass (1981) reported that documented evidence for vegetable seed longevity seldom exceeded 20 years. Barnes

CONCLUSIONES

1. Las **condiciones de conservación (baja humedad y temperatura) aplicadas por el BGHZ del CITA** son efectivas para mantener la calidad fisiológica y fisicoquímica de las semillas a largo plazo, tras **más de 40 años** de conservación.
2. En relación con **la evaluación de la viabilidad mediante la germinación:**
 - Tomate** alcanzó los mejores resultados, (88 al 100%).
 - Lechuga** (>90%).
 - Borraja y la cebolla** (82-91% y 84-87%), pero con descensos respecto al testigo.
 - Melón** presentó la mayor variabilidad intraespecífica (93% al 55%).

Se observó que los **índices de velocidad (T50, Tg, Vg)** fueron indicadores más **sensibles al envejecimiento** que el % final de germinación, mostrando retrasos en los lotes de más años de conservación.

CONCLUSIONES

3. Respecto a la **evaluación del vigor a través de la longitud radicular**, los resultados reforzaron las tendencias del ensayo de germinación. Lotes con **alta germinación** también presentaron **mayor vigor**, mientras que los de **menor germinación** mostraron raíces menos desarrolladas. La **medida del vigor a través de la raíz** resultó útil **para detectar efectos del envejecimiento** no siempre visibles en el porcentaje final de germinación.
4. Los **métodos bioquímicos** demostraron su potencial como **método rápido de cribado para diagnosticar el envejecimiento** de las semillas:
 - El **tetrazolio** mostro tinciones intensas en los lotes con alta germinación y detectó embriones no viables en lotes más deteriorados.
 - La **conductividad eléctrica** mostró mayor lixiviación de solutos en lotes con menor germinación y vigor y valores bajos y estables en los de mayor resistencia al envejecimiento.

AGRADECIMIENTOS



INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO SOBRE LA CALIDAD FISIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE SEMILLAS DE CINCO ESPECIES HORTÍCOLAS PRESERVADAS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA HORTÍCOLA DEL CITA (BGHZ-CITA)

Autor:

Javier Gaspar Torrubia

Directoras:

Celia Montaner Otín

Cristina Mallor Giménez