

tas por uno o varios embriones, sustancias de reserva y capas protectoras naturales o artificiales", de forma que explícitamente incluye en su estudio todas aquellas situaciones reproductivas vegetales que se producen de forma natural en las plantas espontáneas y, por tanto, sin intervención humana.

Bien indica el autor que en esta cuestión de las definiciones se debe considerar su provisionalidad, a la espera de la utilización agrícola de ciertos "artificios" conseguidos por manipulaciones más o menos sofisticadas pero que abren unas posibilidades aplicativas de indudable interés tecnológico, como son las semillas apomícticas y las "artificiales" (monogérmes técnicas, cultivo "in vitro", etc.).

En definitiva, que la tecnología de las semillas (producción, preparación, utilización) es materia de gran dinamismo de la que debemos esperar notables perspectivas.

La obra que comentamos presenta una estructura indudablemente didáctica, ordenada de forma muy equilibrada desde un enfoque botánico (anatomía, organografía y fisiología vegetal), biológico (reproducción), ecológico, fitopatológico y genético, es decir, científico y agronómico (variedades, técnicas de obtención, procesamiento, almacenamiento y conservación de las semillas, parámetros de calidad y su determinación, técnica de las siembras, etc.).

Las muy escasas y en general poco afortunadas obras sobre semillas, disponibles a nivel mundial, dejan casi siempre notables lagunas; presentan con frecuencia desajustes cuando no errores y herejías de todo tipo; ignoran nuevas tecnologías; carecen de sentido agronómico y económico; incluyen datos innecesarios y anticuados. Todo lo contrario es el texto que comprende esta obra, al compendiar con notable sagacidad e ingenio y con insuperable base científica, materias tan complejas y diversas como las expuestas por su autor, ocupando todos los lugares, sentando principios, ofreciendo un completo panorama científico y tecnológico del mundo de las semillas.

Es difícil destacar qué parte de esta obra ofrece mayor interés y atractivo, constituyendo no sólo un manual o libro de consulta necesario, imprescindible, para el técnico y el profesional agroforestal sino un excelente texto para los estudios de nuestros centros docentes y de investigación.

Sólo me resta pedir al autor que continúe esta trayectoria sin desmayo y que nos ofrezca con mayor frecuencia sus trabajos sobre el apasionante universo de las simientes, sinónimo popular de las semillas, del que depende absolutamente la agricultura y con ella la vida del hombre sobre la tierra.

**José María Mateo Box**

Director del Departamento de Producción Vegetal.  
Fitotecnia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

## INDICE

Prólogo .....	7
Introducción .....	15
<b>PRIMERA PARTE. BIOLOGIA DE LAS SEMILLAS</b>	
Capítulo I: Estructura de las semillas .....	21
La flor de las angiospermas, 21. ESTRUCTURA BASICA DE LAS SEMILLAS DE LAS ANGIOSPERMAS, 23. El embrión, 24. Endospermo y periospermo, 28. Testa: estructura y superficie, 29. Las cubiertas exteriores: frutos secos; otros tipos de cubiertas; morfología exterior, 33. RESERVAS NUTRITIVAS Y OTRAS SUSTANCIAS, 36. Hidratos de carbono, 37. Proteínas, 38. Lípidos, 39. Minerales, 40. EVOLUCION EN LA FORMACION DE SEMILLAS, 40. La semilla de las gimnospermas, 40. Evolución en las angiospermas, 42.	
Capítulo II: Floración y polinización .....	45
PROMOCION DE LA FLORACION, 45. Juvenilidad, 46. Madurez, 47. Aplicaciones prácticas en la producción de semillas, 49. POLINIZACION, 50. Tipos de flores, plantas y especies, 51. Ecología: transporte de polen; polinización artificial, 56. Androsterilidad: utilización en la producción de semillas, 66.	
Capítulo III: Fecundación y maduración .....	71
FECUNDACION, 71. Formación del cigoto, 71. Incompatibilidad: utilización en la producción de semillas, 73. DESARROLLO DEL OVULO, 77. Formación de la semilla: ejemplos (guisante, maíz), 77. Apomixis: importancia práctica, 82. Síntesis y acumulación de reservas, 86. MADURACION, 89.	
Capítulo IV: Diseminación .....	93
ASPECTOS GENERALES DE LA DISEMINACION, 93. Mecanismos de separación: presentación y separación, 94. Agentes y mecanismos de transporte, 97. Transporte por animales, 98. Transporte por el viento, 101. Estrategias de diseminación, 108. DISEMINACION POR MEDIO DE ACTIVIDADES DE HUMANAS, 111. ACTIVIDADES AGRARIAS, 112. Diseminación en mezcla de semillas, 115.	
Capítulo V: Letargo .....	121
TIPOS DE LETARGO, 121. Letargo extraembrional: semillas duras, 125. Letargo em-	



brional: inmadurez morfológica e inhibición fisiológica, 129. Otros tipos de letargo, 134. FACTORES DEL LETARGO, 133. Factores generales para la germinación, 134. Efectos de la luz: el fitocromo, 136. Inhibidores y estimuladores, 140. Causas del letargo, 143. METABOLISMO DE LAS SEMILLAS ALETARGADAS, 144.

Capítulo VI: Ecología de la germinación ..... 147  
EL BANCO DE SEMILLAS: dinámica de la población de semillas en el suelo, 147. FACTORES AMBIENTALES, 154. Clima y suelo, 154. Factores físicos: humedad; temperatura; oxígeno; luz; salinidad y otros factores abióticos, 157. Factores bióticos, 170. Plantas acuáticas y epifitas, 171.

Capítulo VII: Fisiología de la germinación ..... 175  
INICIACION DE LA GERMINACION, 175. Absorción de agua, 176. Respiración, 178. METABOLISMO: ácidos nucleicos y síntesis de proteínas; enzimas; hormonas, 179. MOVILIZACION DE RESERVAS: cereales; leguminosas y otras semillas, 188.

Capítulo VIII: La nascencia ..... 195  
DESARROLLO DE LA PLANTULA, 195. Crecimiento: gramíneas; leguminosas y otras familias botánicas, 195. Vigor de semillas y plántulas, 201. FACTORES EDAFICOS, 205. Profundidad de germinación, 205. Resistencia mecánica del suelo: la costra, 207. FACTORES BIOLOGICOS, 216. Enfermedades y plagas, 216. Alelopatía, 219. Otros aspectos de la nascencia, 221.

## SEGUNDA PARTE. PRODUCCION DE SEMILLAS

Capítulo IX: Recursos genéticos y mejora de plantas ..... 227  
ESPECIES Y VARIEDADES, 227. Especies botánicas, 227. Variedades: clases de variedades y de material genético; renovación de variedades, 229. CONSERVACION DE RECURSOS GENETICOS, 241. LA MEJORA DE PLANTAS, 247. Organización, 247. Objetivos de la mejora: los caracteres en selección, 249.

Capítulo X: Obtención de variedades comerciales ..... 253  
PROCEDIMIENTOS DE MEJORA, 256. Procedimientos de control de la polinización: castración, 257. Procedimientos de alteración de la composición genética: cruzamiento; autofecundación y otros procedimientos, 259. METODOS DE MEJORA, 265. Métodos de selección: selección masal; selección genealógica y otros métodos, 266. Métodos de explotación de la heterosis: obtención de variedades híbridas y sintéticas, 272.

Capítulo XI: Técnicas de producción de semillas ..... 279  
BASES DE LA PRODUCCION, 279. Producción de semilla básica: depuración varietal y mantenimiento, 280. Zonas de producción, 286. METODOS DE PRODUCCION DE SEMILLAS, 288. Condiciones generales para la producción de semillas: rotación; aislamiento; depuración y recolección, 289. Problemas específicos; producción de semillas de especies leñosas, 297.

Capítulo XII: Producción de semilla comercial ..... 303  
CEREALES Y OLEAGINOSAS, 303. Cereales híbridos: maíz y sorgo, 303. Oleaginosas: girasol híbrido, 312. HORTALIZAS Y RAICES, 315. Hortalizas de fruto: obtención de semilla híbrida, 315. Plantas de raíz y bulbo: producción de semilla de zanahoria, cebolla y remolachas, 321. FORRAJERAS Y PRATENSES: producción de semilla de alfalfa, 325.

Capítulo XIII: Plagas y enfermedades de los cultivos portagranos ..... 329  
PLAGAS, 330. Plagas de los cultivos portagranos: plagas polífagas y especializadas, 330. Parcelas de selección y ensayo, 335. ENFERMEDADES PARASITARIAS, 335. Epidemiología: aspectos biológicos; limitaciones a la transmisión de enfermedades; aspectos agronómicos, 336. Enfermedades parasitarias importantes en España: cereales; leguminosas de grano; forrajeras y pratenses; plantas industriales; hortalizas y otras plantas, 341. ENFERMEDADES NO PARASITARIAS: enfermedades de origen genético y nutricional, 354.

Capítulo XIV: Operaciones básicas de limpieza de semillas ..... 357  
PRINCIPIOS DE SEPARACION: separación y fraccionamiento, 358. AVENTADO, 362. Aventado vertical: velocidad terminal y características aerodinámicas, 363. Aventado horizontal, 368. CRIBADO, 369. Tipos de cribas: planas y cilíndricas, 371. Principios de separación por cribado: tipos y disposición de los orificios; factores de separación, 373. SEPARACION POR LONGITUD, 380. Triarvejoneros: factores de separación, 380. Separadores de discos verticales, 387.

Capítulo XV: Instalaciones de limpieza y acondicionamiento ..... 389  
SECADO, 391. MAQUINARIA DE LIMPIEZA BASICA, 393. La aventadora-cribadora; máquinas compuestas, 393. Máquinas de uso general: separador magnético y mesas densimétricas, 397. MAQUINAS ESPECIALES DE LIMPIEZA, 403. Máquinas industriales, 404. Máquinas experimentales; máquinas de laboratorio, 406. MAQUINARIA DE ACONDICIONAMIENTO, 408. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES: equipos de transporte; montaje de las máquinas; envasado; mecanización y automatización, 410.

Capítulo XVI: Almacenamiento y conservación ..... 419  
Tipos de semillas en relación con su conservación, 419. DESTRUCCION, DETERIORO Y ENVEJECIMIENTO, 421. Plagas de almacén, 422. Deterioro de las semillas, 424. Envejecimiento, 426. ALMACENAMIENTO: almacenes abiertos y acondicionados, 429. CONSERVACION: cámaras de conservación; envasado para conservación; conservación en estratificación; almacenamiento de semillas forestales, 432.

Capítulo XVII: Certificación de semillas y protección de variedades ..... 441  
REQUISITOS PARA LA COMERCIALIZACION: listas de variedades comerciales; categorías de semillas; condiciones técnicas de producción, 441. SISTEMAS DE CERTIFICACION DE SEMILLAS: la certificación de semillas en España y en la CEE; sistema de certificación de la OCDE; el sistema americano de certificación, 452. PROTECCION DE VARIEDADES, 460.

## TERCERA PARTE. ENSAYO Y USO DE SEMILLAS

Capítulo XVIII: Características de las semillas ..... 467  
Objeto de los análisis de semillas, 468. NORMAS PARA ANALISIS Y ENSAYOS DE SEMILLAS: desarrollo y evolución; tolerancias: muestreo, 470. ANALISIS DE PUREZA: semilla pura; realización del análisis; conteo de semillas extrañas; verificación de especies y variedad; otras determinaciones complementarias, 479. OTROS ANALISIS GENERALES: determinación del contenido en humedad; tamaño de las semillas; análisis de semillas cubiertas, 489.



Capítulo XIX: Ensayos de germinación .....	495
NORMAS GENERALES, 495. Tipos de plántulas: normales y anormales: tipos de semillas no germinadas, 497. REALIZACION DEL ENSAYO DE GERMINACION, 501. Sustratos y aparatos de germinación, 502. Operaciones: desarrollo del ensayo; tratamientos contra el letargo, 506. METODOS BIOQUIMICOS: el ensayo tipográfico al tetrazolio; cultivo de embriones y otros métodos, 510. APRECIACION DEL VIGOR: vigor intrínseco y vigor extrínseco, 519.	
Capítulo XX: Ensayos fitosanitarios .....	525
METODOS GENERALES DE ENSAYO: normas generales de la ISTA, 526. MTO-DOS ESPECIFICOS, 529. Examen de semillas, embriones y plántulas: examen de semillas sin y con incubación previa; examen de embriones; examen de plántulas, 529. Detección de bacterias: métodos de detección, 536. Detección de virus, 540. OTROS PROBLEMAS FITOSANITARIOS, 542. Cuarentena, 543. Obtención y ensayo de variedades resistentes, 545.	
Capítulo XXI: Ensayos varietales .....	547
ENSAYOS DE IDENTIDAD: identificación en colecciones; verificación varietal; examen de nuevas variedades, 547. ENSAYOS DE EVALUACION, 561. Ensayos estadísticos: planteamiento estadístico; ejecución del ensayo, interpretación del análisis estadístico, 562. Redes de ensayo, 571.	
Capítulo XXII: La siembra .....	573
DISTRIBUCION DE SEMILLAS, 574. Sembradoras clásicas: normales y de precisión, 575. Siembras especiales, 581. COEFICIENTE Y UNIDADES DE SIEMBRA, 583. PREPARACION DE LA SEMILLA PARA LA SIEMBRA, 587. Tratamientos normales: desinfección; recubrimiento y pildorado; inoculación, 587. Tratamientos especiales: tratamientos habituales y tratamientos experimentales, 591.	
Apéndices .....	597
Apéndice n.º 1. Legislación española sobre semillas .....	599
Apéndice n.º 2. Aislamientos mínimos en metros para la producción de semilla certificada de categoría R-1 o equivalente y para parcelas mayores de dos hectáreas .....	602
Apéndice n.º 3. Proporciones máximas de plantas extrañas en parcelas de producción de semilla certificada de categoría R-1 o equivalente .....	603
Apéndice n.º 4. Pesos máximos de los lotes y pesos mínimos de las muestras para análisis de semillas y precintados para certificación .....	604
Apéndice n.º 5. Pesos mínimos, en gramos, de las muestras de semillas a enviar al laboratorio y de las muestras para análisis de pureza y conteo de semillas extrañas .....	606
Apéndice n.º 6. Contenidos máximos en semillas extrañas para semilla certificada de categoría R-1 o equivalente .....	608
Apéndice n.º 7. Condiciones y métodos para los ensayos de germinación de semillas de plantas hortícolas, forrajeras y de gran cultivo .....	611
Apéndice n.º 8. Cifras mínimas de porcentajes de pureza y germinación para semillas certificadas de la categoría R-1 o equivalentes en España .....	614
Apéndice n.º 9. Tamaño de la muestra de envío y de la muestra de análisis de pureza en semilla de flores .....	617
Apéndice n.º 10. Condiciones y métodos para ensayos de germinación de algunas especies anuales de flores .....	618

Apéndice n.º 11. Tamaño de la muestra de envío al laboratorio y muestra de trabajo para análisis de pureza para algunas especies de plantas leñosas .....	619
Apéndice n.º 12. Condiciones para ensayos de germinación de algunas semillas de plantas leñosas .....	620
Apéndice n.º 13. Lista de plantas incluidas en los Reglamentos Técnicos de Certificación españoles .....	621
Apéndice n.º 14. Programa de ordenador para determinar la homogeneidad de lotes de semillas en pureza y germinación .....	623
Apéndice n.º 16. Ejemplo de cálculo de los parámetros de significación en un ensayo de variedades .....	625
Bibliografía .....	627