

# Índice general

Índice de figuras.....	xvi
Índice de tablas.....	xxii
Abreviaturas.....	xxiv
<b>Capítulo 1.</b> Introducción general.....	3
1. EL CULTIVO DE MELÓN.....	3
1.1 Origen y generalidades.....	3
1.2 Descripción biológica, taxonomía y usos.....	3
1.3 Importancia Económica.....	4
1.3.1 Producción mundial.....	4
1.3.2 Comercio Exterior.....	5
1.3.3 Producción en España.....	5
1.3.4 Producción en Panamá.....	7
2. VIRUS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE MELÓN.....	8
3. LA FAMILIA TOMBUSVIRIDAE.....	17
4. EL GÉNERO CARMOVIRUS.....	19
5. EL VIRUS DE LAS MANCHAS NECRÓTICAS DEL MELÓN (MNSV).....	21
5.1 Distribución y antecedentes históricos.....	21
5.2 Hospedantes y sintomatología de la enfermedad.....	22
5.3 Agente causal y organización genómica.....	26
5.4 Diagnóstico.....	28
5.5 Variabilidad de aislados.....	30
5.6 Transmisión.....	32
5.6.1 Transmisión por semilla.....	32
5.6.2 Transmisión por <i>O. bornovanus</i> .....	34
5.6.2.1 Taxonomía y ciclo de vida de <i>Olpidium</i> .....	34
5.6.2.2 Morfología y características de <i>Olpidium</i> .....	36
5.6.2.3 Aislamiento, diagnóstico y preservación de <i>Olpidium</i> .....	38
5.7 Control.....	41
5.7.1 Control del vector.....	41

5.7.2 Prácticas culturales.....	42
5.7.3 Material vegetal.....	43
5.7.4 Fuentes de resistencia en melón.....	44
6. OTROS AGENTES QUE PRESENTAN SINTOMATOLOGÍA DE “COLAPSO” SIMILAR AL MNSV.....	45
7. BIBLIOGRAFÍA.....	52
<b>Capítulo 2.</b> Justificación y objetivos.....	69
<b>Capítulo 3.</b> Seed transmission of <i>Melon necrotic spot virus</i> and efficacy of seed-disinfection treatments. <i>Plant Pathology</i> <b>58</b> , 436–442 (2009).....	75
<b>Capítulo 4.</b> Multiplex PCR assay for the simultaneous detection and differentiation of <i>Ospidium bornovanus</i> , <i>O. brassicae</i> , and <i>O. virulentus</i> . <i>Mycological Research</i> <b>113</b> , 602–610 (2009).....	93
<b>Capítulo 5.</b> Genetic diversity of <i>Melon necrotic spot virus</i> and <i>Ospidium</i> isolates from different origins. <i>Plant Pathology</i> , Accept (11-Sep-2009).....	117
<b>Capítulo 6.</b> Occurrence, distribution and characterization of viruses in cucurbit crops in Panama. <i>Journal of Plant Pathology</i> , Accept (05-Sep-2009).....	147
<b>Capítulo 7.</b> First report of <i>Melon necrotic spot virus</i> in Panama. <i>Plant Disease</i> <b>90</b> , 1261 (2006).....	171
<b>Capítulo 8.</b> <i>Melon necrotic spot virus</i> (MNSV): nuevo virus en el cultivo de melón en Panamá. <i>Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)</i> <b>79–80</b> , 40–48 (2008).....	175
<b>Capítulo 9.</b> Discusión general.....	195
<b>Capítulo 10.</b> Conclusiones.....	209

<b>Capítulo 11.</b> Bibliografía general.....	217
<b>Anexos</b> .....	239

# Índice de figuras

<b>Figura 1.1.</b> Producción (A) y superficie (B) de melón por continentes en 2007.....	5
<b>Figura 1.2.</b> Producción y superficie de melón por provincias y comunidades autónomas españolas en 2006.....	6
<b>Figura 1.3.</b> Producción y superficie de melón por provincias en Panamá en 2007.....	7
<b>Figura 1.4.</b> Círculos concéntricos en fruto de sandía producidos por CMV (A) y mosaico y abullonado en hojas de melón causados por ZYMV (B).....	11
<b>Figura 1.5.</b> Abullonado y deformación del limbo foliar en sandía producidos por WMV-2 (A) y amarilleo con deformación y abullonado en hojas de sandía causados por PRSV-W (B).....	12
<b>Figura 1.6.</b> Mosaico, abullonado, deformación y reducción del crecimiento en hojas de melón producidos por SqMV.....	13
<b>Figura 1.7.</b> Moteado internerval y amarilleo conservando los nervios verdes en hojas de melón producidos por BPYV (A) y amarilleo internerval generalizado manteniendo los nervios verdes en hojas de melón causado por CYSDV (B).....	14
<b>Figura 1.8.</b> Amarilleo de venas y clorosis internerval en hoja de pepino producidos por CVYV (A) y amarilleo generalizado en melón causado por CABYV (B).....	15
<b>Figura 1.9.</b> Manchas cloróticas con centro necrótico en hoja de pepino producido por CLSV (A) y mosaico moteado verde, así como reducción del tamaño en hoja de sandía causados por CGMMV (B).....	16

<b>Figura 1.10.</b> “Cribado” (A), lesiones cloróticas evolucionan a necróticas (B) y “enrejado” de la hoja en melón (C).....	23
<b>Figura 1.11.</b> Estrías necróticas en el cuello (A) y necrosis marrón en la base del tallo en melón (B).....	23
<b>Figura 1.12.</b> “Cribado” (A), manchas necróticas externas (B), manchas “corchosas” en fruto de melón (C) y jaspeado de la pulpa en fruto de sandía (D).....	24
<b>Figura 1.13.</b> Marchitez en melón (A) y “muerte súbita” o “colapso” en sandía (B).....	25
<b>Figura 1.14.</b> Campos de melón (A) y sandía (B) gravemente afectados por el MNSV con pérdidas importantes en la producción.....	26
<b>Figura 1.15.</b> Típicas partículas isométricas del MNSV.....	27
<b>Figura 1.16.</b> Representación de la organización y expresión del genoma del MNSV. Los rectángulos representan las pautas de lectura abierta (ORF) y las líneas inferiores el producto de su traducción.....	27
<b>Figura 1.17.</b> Ciclo de vida de <i>Olpidium</i> : fase asexual y sexual. Z, zoosporas; G, planogametos procedentes de diferentes zoosporangios; P, planogametos fusionados; K, cariogamia; R, esporas de resistencia.....	36
<b>Figura 1.18.</b> Zoosporangios de <i>Olpidium</i> sp. en raíz de melón. Observación 40×.....	37
<b>Figura 1.19.</b> Esporas de resistencia de <i>O. bornovanus</i> (A) y <i>O. brassicae</i> sl (B) en raíz de melón y lechuga, respectivamente. Observación 40×.....	38

**Figura 1.20.** Región ITS usada frecuentemente en el diseño de cebadores o “primers” para la detección molecular y secuenciación de diferentes especies de hongos. Los cebadores usados rutinariamente en ambas situaciones son mostrados en negrita.....40

**Figura 2.1.** RT-PCR amplification of a 651-bp fragment representing the partial sequence of the *Melon necrotic spot virus* (MNSV) coat protein gene (p42). Lanes 1–8, composite root samples from 10 seedlings at the cotyledon stage germinated from untreated seeds; HC, healthy control; PC, MNSV-positive control (MNSV-PAN2); M, 100-bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas).....82

**Figura 3.1.** Resting spores of *Olpidium bornovanus* (A) and *Olpidium brassicae* sl (B). 40× magnifier.....102

**Figura 3.2.** Zoosporangia of *Olpidium* sp. 40× magnifier.....102

**Figura 3.3.** Multiplex PCR amplified DNA of three *Olpidium* spp. from root bait plants. Lanes 1–2, *O. bornovanus*; 3–4, *O. virulentus*; 5–6, *O. brassicae*; 7–8, *O. bornovanus*-dual infection detection with *O. virulentus*; NC, Negative control (sterile water); M, Gene Ruler™ 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania).....105

**Figura 3.4.** Multiplex PCR amplified DNA of *O. bornovanus* from roots (R) or water (W) samples of melon hydroponic culture; NC, Negative control (sterile water); M, Gene Ruler™ 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania).....105

**Figura 3.5.** Specificity of the multiplex PCR amplified DNA of *Olpidium* spp. artificial mixed infections from single infection root extracts. Lane 1, *O. bornovanus*/*O. virulentus*/*O. brassicae*-triple infection detection; 2, *O. bornovanus*/*O. virulentus*-dual infection detection; 3, *O. bornovanus*/*O. brassicae*-dual infection detection; *O. virulentus*/*O. brassicae*-dual infection detection; NC, Negative control (sterile water); M, Gene Ruler™ 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania).....106

**Figura 3.6.** Sensitivity of the multiplex PCR amplified DNA of *Olpidium* spp. artificial mixed infections from single infection root extracts (A) and single infection zoospore extracts (B). Lane 5<sup>0</sup>, approximately 0.137 µg µl<sup>-1</sup> of total DNA (root + fungus) (A) and zoospore DNA (B); In both figures, 5<sup>-1</sup> to 5<sup>-12</sup>, are serial twelve-time dilution from 5<sup>0</sup>; NC, Negative control (sterile water); Bands of 977, 579, and 204 bp corresponding to *O. bornovanus*, *O. virulentus*, and *O. brassicae*, respectively; M, Gene Ruler™ 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania).....108

**Figura 4.1.** Neighbor-joining phylogenetic trees of 1000 bootstrap replicates obtained from the distance matrix (Kimura 2-parameters) with MEGA from the nucleotide sequences coding for the p29/p89 (RdRp) (A), p7A (MP) (B), p7B (MP) (C), and p42 (CP) (D) proteins of 29 *Melon necrotic spot virus* (MNSV) isolates from three cucurbit species from Latin America and Europe. Sequences for the other MNSV isolates obtained from the NCBI database (indicated with a triangle) were included: melon isolates were from Israel (ISR, GenBank accession No. DQ922807), Japan (Chiba, AB250684; Kochi, AB250685; Nagasaki, AB250686; Yamaguchi, AB250687; NH, AB044291; NK, AB044292), and Spain (Al, DQ339157; 264, AY330700; Malfa5, AY122286), from cucumber from the Netherlands (Dutch, D12536), or from watermelon from Japan (Tottori, AB232925; Kochi, AB232926). Bootstrap values >60 are shown. The scale bar represents a genetic distance of 0.05...134

**Figura 4.2.** Neighbor-joining phylogenetic tree of 1000 bootstrap replicates obtained from the distance matrix (Kimura 2-parameters) with MEGA from the nucleotide sequences of the rDNA-ITS region of 33 *Olpidium bornovanus* and 7 *Olpidium virulentus* isolates from three cucurbit species from Latin America and Europe. Sequences for other *Olpidium* isolates obtained from the NCBI database were included: *O. bornovanus* isolates of melon (indicated with a triangle) were from Japan (CH, AB205214; NA, AB205215); *O. virulentus* isolates of non-cucurbit species (shown with a rhomb) were from Japan (WT-1, AB205203; HY-1, AB205204; KZ-1, AB205205; TAK-1, AB205206; CH-1, AB205207; W0ms-3, AB205208), and Spain (SP-O8, EU981901; SP-O9, EU981902). Bootstrap values >60 are shown. The scale bar represents a genetic distance of 0.05.....137

**Figura 5.1.** Map of Panama showing the location of Regions 1 to 5 where field-grown cucurbit crops were surveyed for MNSV, *Ospidium bornovanus* and mosaic viruses in the growing seasons of 2006 and 2008. Regions 1: Los Santos, 2: Herrera, 3: Coclé, 4: Veraguas, 5: Chiriquí.....150

**Figura 5.2.** Symptoms of stem necrosis at the crown level (A), mosaic, mottling and distortion on a leaf (B), and mottling, distortion and abnormal growth on a fruit (C) of virus-infected melon plants..... 151

**Figura 5.3.** RT-PCR amplification of a 650-bp fragment representing the partial sequence of the p42 protein of MNSV (coat protein, CP). Lanes 1 to 6, root samples from field-grown melon plants; NC, Negative control; PC, MNSV-Positive control; M, 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania).....155

**Figura 5.4.** Resting spores of *Ospidium bornovanus*. 40× magnifier.....155

**Figura 5.5.** Multiplex PCR amplification of a 977-bp fragment representing the partial sequence of the *Ospidium bornovanus* rDNA-ITS region. Lanes 1 to 5, root samples from infected bait melon plants. NC, Negative control; PC, *O. bornovanus*-Positive control; M, 100 bp DNA Ladder Plus (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania)..... 156

**Figura 6.1.** Sintomatología del MNSV en melón. Estrías necróticas en tallo de planta de melón de campo (A) y manchas necróticas en hojas cotiledonares de melón (B).....177

**Figura 6.2.** Localización geográfica del estudio. El mapeo de los datos obtenidos se realizó con el programa ArcGIS® 9 ArcMAP™ versión 9.1 (1999–2005). Esc.: 1:10,000,000.....179

**Figura 6.3.** Ensayo de detección de *O. bornovanus* en los suelos muestreados. Macetas con una mezcla 3:1 de arena:suelo (A) y macetas con arena solamente (400 g) usadas como control sano (B). Una planta/maceta, y tres repeticiones por muestra y control sano.....183



**Figura 6.4.** Electroforesis en gel de agarosa de los productos de la RT-PCR de los aislados del MNSV amplificadas a partir de plantas de melón de campo. Líneas 1 y 2 = muestra 7777 dilución 1:100 y 1:500, respectivamente; líneas 3 y 4 = muestra 7779 dilución 1:100 y 1:500, respectivamente; línea 5 = muestra 8180 dilución 1:200; C- = control sano; C+ = control positivo del MNSV; M = 100 pb DNA Ladder Plus (Fermentas Life Sciences, Opelstrasse, Alemania).....186

**Figura 6.5.** *Olpidium bornovanus*. Esporangios (A) y esporas de resistencia (B). Observación 40×.....188

# Índice de tablas

<b>Tabla 1.1.</b> Principales virus que afectan a las cucurbitáceas cultivadas en condiciones naturales a nivel mundial.....	9
<b>Tabla 1.2.</b> Listado de las diferentes especies virales que componen el género <i>Carmovirus</i> y la forma de transmisión de cada una de ellas.....	20
<b>Tabla 1.3.</b> Principales patógenos asociados al “colapso” del melón.....	46
<b>Tabla 2.1.</b> Effect of disinfection treatments on melon seed germination rates.....	80
<b>Tabla 2.2.</b> Efficacy of seven disinfection treatments for eradication of <i>Melon necrotic spot virus</i> (MNSV) from infected melon seed, infection rates obtained after each seed treatment, and probability of seedling infection, using reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR).....	83
<b>Tabla 3.1.</b> Nucleotide sequences of species-specific primers designed for <i>O. bornovanus</i> , <i>O. virulentus</i> , and <i>O. brassicae</i> based on rDNA-ITS sequences.....	100
<b>Tabla 3.2.</b> Morphological and molecular identification of <i>Olpidium</i> spp.....	103
<b>Tabla 4.1.</b> Nucleotide sequences of MNSV-specific primers based on the p29, p89, p7A, p7B, and p42 proteins.....	122
<b>Tabla 4.2.</b> MNSV isolates obtained in this study.....	123
<b>Tabla 4.3.</b> <i>Olpidium</i> isolates obtained in this study.....	126
<b>Tabla 4.4.</b> Identification and geographic incidence of MNSV and <i>Olpidium</i> species.....	128

---

<b>Tabla 4.5.</b> Nucleotide diversity for two entire genomic regions of the 29 MNSV isolates (this study), including 13 reference isolates.....	135
<b>Tabla 5.1.</b> Occurrence and distribution of MNSV (surveys of 2006 and 2008) and mosaic viruses (survey of 2008) as determined by enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) on cucurbit samples with virus-like symptoms.....	157
<b>Tabla 5.2.</b> Occurrence and distribution of <i>Olpidium bornovanus</i> as determined by resting spores morphology on cucurbit samples collected from the fields surveyed in 2006 and 2008.....	159
<b>Tabla 5.3.</b> Percentage of amino acid identity (above the diagonal) and similarity (below the diagonal) in the p29, p89, p7A, p7B and p42 proteins by two-way comparisons between the isolates of <i>Melon necrotic spot virus</i> obtained in this work (PA-1, PA-2, PA-3) and the isolates in the NCBI database.....	160
<b>Tabla 6.1.</b> Muestras de melón recolectadas en 2005 y 2006 durante las prospecciones realizadas en campos de melón de exportación de Panamá...	180
<b>Tabla 6.2.</b> Porcentaje de homología de nucleótidos y aminoácidos de un fragmento del gen de la proteína de cubierta (p42) de aislados del MNSV (aislados descritos anteriormente).....	187

# Abreviaturas

(por orden alfabético)

## VIRUS

ArMV: *Arabidopsis mosaic virus* (virus del mosaico del arabis)

AWBV: *Ahlu waterborne virus* (virus transmitido por el agua del río Ahlu)

BCTV: *Beet curly top virus* (virus del ápice rizado de la remolacha)

BMMV: *Bean mild mosaic virus* (virus del mosaico suave de la judía)

BMoV: *Blackgram mottle virus* (virus del moteado de la judía negra)

BPYV: *Beet pseudo-yellows virus* (virus del falso amarilleo de la remolacha)

BYMV: *Bean yellow mosaic virus* (virus del mosaico amarillo de la judía)

CABYV: *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (virus del amarilleo de las cucurbitáceas transmitido por pulgones)

CarMV: *Carnation mottle virus* (virus del moteado del clavel)

CCFV: *Cardamine chlorotic fleck virus* (virus del punteado clorótico del *Cardamine*)

CGMMV: *Cucumber green mottle mosaic virus* (virus del mosaico moteado verde del pepino)

CLSV: *Cucumber leaf spot virus* (virus de las manchas de la hoja del pepino)

CIYVV: *Clover yellow vein virus* (virus del amarilleo de las venas del trébol)

CMV: *Cucumber mosaic virus* (virus del mosaico del pepino)

CNV: *Cucumber necrosis virus* (virus de la necrosis del pepino)

CPFV: *Cucumber pale fruit viroid* (viroide del fruto pálido del pepino)

CPMoV: *Cowpea mottle virus* (virus del moteado del caupí)

CTSV: *Cucumber toad-skin virus* (virus de la piel de sapo del pepino)

CuLCrV: *Cucurbit leaf crumple virus* (virus de la hoja arrugada de las cucurbitáceas)

CuSBV: *Cucumber soil-borne virus* (virus transmitido por el suelo en pepino)

CVYV: *Cucumber vein yellowing virus* (virus de las venas amarillas del pepino)

CYSDV: *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (virus del amarilleo y enanismo de las cucurbitáceas)

EILV: *Elderberry latent virus* (virus latente del *Elderberry*)

GaMV: *Galinsoga mosaic virus* (virus del mosaico de la *Galinsoga*)

GMoV: *Glycine mottle virus* (virus del moteado de la soja)

- HCRSV: *Hibiscus chlorotic ringspot virus* (virus de las manchas anilladas cloróticas del hibisco)
- JINRV: *Japanese iris necrotic ring virus* (virus de los anillos necróticos del iris japonés)
- LBVV: *Lettuce big-vein virus* (virus de las venas grandes de la lechuga)
- LIYV: *Lettuce infectious yellows virus* (virus del amarilleo infeccioso de la lechuga)
- MCLCV: *Melon chlorotic leaf curl virus* (virus del rizado clorótico de la hoja del melón)
- MCMV: *Maize chlorotic mottle virus* (virus del moteado clorótico del maíz)
- MLCV: *Melon leaf curl virus* (virus del rizado de la hoja del melón)
- MNSV: *Melon necrotic spot virus* (virus de las manchas necróticas del melón)
- MRMV: *Melon rugose mosaic virus* (virus del mosaico rugoso del melón)
- MuVNV: *Muskmelon vein necrosis virus* (virus de la necrosis de las venas del melón)
- MVBMV: *Melon vein banding mosaic virus* (virus del mosaico bandeado de las venas del melón)
- MVV: *Melon variegaton virus* (virus del variegado del melón)
- NTNV: *Narcissus tip necrosis virus* (virus de la necrosis apical del narciso)
- OuMV: *Ourmia melon virus* (virus del melón de Ourmia)
- PepMV: *Pepino mosaic virus* (virus del mosaico del pepino dulce)
- PFBV: *Pelargonium flower break virus* (virus de la rotura de la flor del pelargonio)
- PIV-6: *Plantain virus 6* (virus 6 del plátano)
- PRSV-W: *Papaya ringspot virus-W* (virus de las manchas anilladas de la papaya-W), anteriormente denominado WMV-1: *Watermelon mosaic virus-1* (virus del mosaico 1 de la sandía)
- RCNMV: *Red clover necrotic mosaic virus* (virus del mosaico necrótico del trébol rojo)
- SgCV: *Saguaro cactus virus* (virus del cactus saguaro)
- SLCV: *Squash leaf curl virus* (virus del rizado de la hoja de la calabaza)
- SqMV: *Squash mosaic virus* (virus del mosaico de la calabaza)
- SqNV: *Squash necrosis virus* (virus de la necrosis de la calabaza)
- SqVYV: *Squash vein yellowing virus* (virus de las venas amarillas de la calabaza)
- TBRV: *Tomato black ring virus* (virus de los anillos negros del tomate)

TCV: *Turnip crinkle virus* (virus del arrugamiento del nabo)  
TeSV: *Tephrosia symptomless virus* (virus asintomático de la *Tephrosia*)  
TMV: *Tobacco mosaic virus* (virus del mosaico del tabaco)  
TNV: *Tobacco necrosis virus* (virus de la necrosis del tabaco)  
ToMV: *Tomato mosaic virus* (virus del mosaico del tomate)  
ToRSV: *Tomato ringspot virus* (virus de las manchas anilladas del tomate)  
TRSV: *Tobacco ringspot virus* (virus de las manchas anilladas del tabaco)  
TSV: *Tobacco stunt virus* (virus del enanismo del tabaco)  
TSWV: *Tomato spotted wilt virus* (virus del bronceado del tomate)  
TuMV: *Turnip mosaic virus* (virus del mosaico del nabo)  
WmCMV: *Watermelon curly mottle virus* (virus del moteado rizado de la sandía)  
WMV-2: *Watermelon mosaic virus-2* (virus del mosaico 2 de la sandía)  
WSMoV: *Watermelon silver mottle virus* (virus del moteado plateado de la sandía)  
WWBV: *Weddel waterborne virus* (virus transmitido por el agua del río Weddel)  
ZYFV: *Zucchini yellow fleck virus* (virus del punteado amarillo del calabacín)  
ZYMV: *Zucchini yellow mosaic virus* (virus del mosaico amarillo del calabacín)

## **OTRAS ABREVIATURAS**

(+) ssRNA: single-stranded RNA of positive polarity (RNA de simple cadena de polaridad positiva)  
 $A_{405\text{nm}}$ : absorbancia a 405 nanómetros  
aa: aminoácido  
a. C.: antes de Cristo  
BLAST: basic local alignments search tool (instrumento de búsqueda de alineamientos locales básicos)  
BLOs: bacterium-like organisms (organismos similares a bacterias)  
bp: pares de base  
BSA: bovine serum albumin (albúmina de suero bovino)  
cm: centímetro  
CP: coat protein (proteína de cubierta o cápsida)  
d: día  
DAS-ELISA: double antibody sandwich-enzyme linked immunosorbent assay (inmunoensayo enzimático de doble anticuerpo)  
DI RNA: defective interfering RNA (RNA defectivo de interferencia)

d<sub>N</sub>: sustituciones sinónimas

d<sub>S</sub>: sustituciones no-sinónimas

dNTPs: deoxinucleótidos trifosfatos

d.p.i: días post-inoculación

d.p.s: días post-siembra

d.p.t: días post-transplante

*EcoRI*: las tres primeras letras corresponden al nombre científico de la bacteria (*Escherichia coli*), la letra R corresponde a la cepa de la bacteria (aislada de la cepa "RY13" de *E. coli*), mientras que el número romano I indica el orden de identificación de la enzima en la bacteria

EDTA: ácido etilendiaminotetraacético

E.Z.N.A.: EaZy Nucleic Acid Isolation

FS: frame shift (desplazamiento de pauta de lectura)

g: gramo

GPS: global positioning system (sistema de posicionamiento global)

gRNA: RNA genómico

GS: solución compuesta de 0.05 M de glicina y 1% de sucrosa

h: hora

ha: hectárea

HCL: ácido clorhídrico

IgG: inmunoglobulina G

ISEM: immunosorbent electron microscopy (serología mediante microscopía electrónica)

ITS: internal transcribed spacer (espaciador interno transcrito)

K2P: Kimura 2-parámetros

kb: kilobase

kDa: kilodalton

KOH: hidróxido de potasio

L: litro

M: molaridad

MatGAT: Matrix Global Alignment Tool

MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (Análisis Evolutivo Molecular de la Genética)

MgCl<sup>+2</sup>: cloruro de magnesio

mg: miligramo

MgSO<sub>4</sub>: sulfato de magnesio pentahidratado  
min: minuto  
mL: mililitro  
mm: milímetro  
mM: milimolar  
MP: movement protein (proteína de movimiento)  
m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar  
N: Normalidad  
Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>: fosfato trisódico  
NaCl: cloruro de sodio  
NCBI: National Center of Biotechnology Information (Centro Nacional para la Información Biotecnológica)  
NJ: neighbor-joining method  
nm: nanómetro  
nt: nucleótido  
ORF: open reading frame (pauta de lectura abierta)  
PBL: Pamilo, Bianchi and Li method  
PBS-Tween: tampón fosfato salino-tween  
PCR: polymerase chain reaction (reacción en cadena de la polimerasa)  
PDA: potato dextrose agar (agar de dextrosa y patata)  
pH: medida de la acidez o basicidad de una solución  
PVP: polivinilpirrolidona  
rDNA: DNA ribosómico  
RdRp: RNA dependent RNA polimerase (RNA polimerasa RNA dependiente)  
RFLP: restriction fragment length polymorphism (polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción)  
r.p.m: revoluciones por minuto  
RT: read through (lectura a través del codón de parada)  
RT-PCR: reverse transcription-polymerase chain reaction (retrotranscripción-reacción en cadena de la polimerasa)  
s: segundo  
sgRNA: RNA subgenómico  
sl: sensu lato  
t: tonelada  
TAE: tris acetato EDTA



U: unidad

μg: microgramo

μL: microlitro

μm: micrómetro

μM: micromolar

UTR: untranslated region (región no traducible)

V: voltios

VAST: vector-assisted seed transmission (transmisión por semilla asistida por el vector)

y: año

