



00345

6

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**EL GÉNERO *RUSSULA* (FUNGI, RUSSULALES)
EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGÍA VEGETAL)**

PRESENTA:

ALEJANDRO KONG LUZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO ESTRADA TORRES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MÉXICO, D.F.

JUNIO 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Sistemática del Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala bajo la dirección del Dr. ARTURO ESTRADA TORRES y con apoyo de la UNAM a Proyectos de Investigación de Tesistas de Posgrado en el Área de Biología Vegetal (Clave 002005) y de PROMEP (Clave UATLAX-2000-07)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*"Hay un mundo más allá del nuestro, un mundo invisible, lejano pero también cercano.
Allí vive Dios, viven los muertos, los espíritus y los santos.
Es un mundo donde todo ha sucedido y todo se sabe.
Ese mundo habla, tiene un lenguaje propio"*

MARÍA SABINA

A la memoria de "El Güero"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C

A mis padres, MA. LUISA y ALEJANDRO

Que me han dado todo, siempre han estado a mi lado y me han enseñado que lo más importante en la vida es el cariño, la paciencia, la generosidad y el perdón

A las dos mujeres de mi vida, ADRIANA y ADRIANITA

Por compartir conmigo todos esos momentos increíbles que le dan sentido a la vida,
por todo su apoyo en el futuro que estamos construyendo,
por aguantar todas mis locuras
y muchas cosas más

A mis hermanos, MA. LUISA, GUILLERMO MANUEL, JESÚS y ALEJANDRA

Por los grandes momentos que vivimos juntos y todo lo que aun nos falta por vivir

A todos los que están con ellos, LUISA DEL CARMEN, MARIANA y JESÚS, KARLITA, KARLA y MANUEL ALEJANDRO

Que siempre han estado ahí, aunque sea en la distancia

**y por supuesto al que viene...
y todos los que vendrán...**

0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

En especial al Dr. ARTURO ESTRADA TORRES, por todo el apoyo que me ha brindado, no solo en la culminación de este trabajo, sino desde que comencé este viaje intrépido por el mundo de los hongos.

A los miembros de mi comité tutorial, la Dra. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS y el Dr. SIGFRIDO SIERRA GALVÁN, que durante el desarrollo de todo la tesis, fueron enriqueciéndola con sus observaciones.

A los sinodales, Dr. TEÓFILO HERRERA SUÁREZ, Dr. GASTÓN GUZMÁN HUERTA, Dr. JOAQUÍN CIFUENTES BLANCO y Dra. LETICIA MONTOYA BELLO, por sus valiosos comentarios y sugerencias realizadas al manuscrito.

Al Dr. BART BUYCK (PC), Dr. ROBERT L. SHAFFER (MICH), Dr. RICARDO VALENZUELA (ENCB), Dr. JUKKA VAURAS (TURA) y Dr. GREGORY M. MUELLER (F), por su apoyo en el préstamo e intercambio de varios materiales de referencia utilizados en el estudio.

A mis compañeros de trabajo, GEMA GALINDO, GUADALUPE SANTIAGO, JOSÉ LUIS MARTÍNEZ, LAURA HERNÁNDEZ, MERCEDES RODRÍGUEZ y YOLANDA NAVA, por todo su apoyo en esto de los hongos y no hongos.

Aunque el presente trabajo trata sobre las Russulas del Volcán La Malinche, durante el tiempo que he estudiado a estos hongos, muchas personas me han ayudado en gran medida al conocimiento que actualmente tengo sobre este género, otros Russulales y otros bichos más. A ellos también les estoy muy agradecido: ALFREDO GONZÁLEZ, ÁNGEL MORENO, ANNEMIEKE VERBEKEN, CINDY FOWLER, DAVID LEWIS, ENRIQUE ALTAMIRANO, ENRIQUE CONDE, ERIC PURRE, ERIKA XOCHIPA, FIDEL TAPIA, FLORENCIA GARCÍA, FLORENCIA RAMÍREZ, GERHARD WEBER, GUADALUPE MONJARÁS, GUNDI JEFFREY, HÉCTOR PABLO, JESÚS FERNÁNDEZ, JOSÉ LUIS VILLARRUEL, JOSÉ MARTÍN RAMÍREZ, KEN CROUSE, LILIA PÉREZ, LAWRENCE LEONARD, LORENA HERNÁNDEZ, LORENA JUÁREZ, LUCIA VARELA, LUIS VILLASEÑOR, MARCIA LEONARD, MARGARITO CRUZ, MIGUEL ÁNGEL PARADA, MIRNA DÍAZ, PAT LEWIS, RICARDO SANDOVAL, RICARDO VALENZUELA, ROBERTO ACOSTA, RODHAM E. TULLOSS, RODRIGO NAVA, SONIA RUGERIO, VÍCTOR BANDALA, YESSICA HERNÁNDEZ y muchos más.

Gracias a todos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E

RESUMEN

Russula es uno de los principales géneros de hongos ectomicorrizógenos agaricoides que se desarrolla en los bosques del centro de México. Sin embargo, existen muy pocos trabajos que aborden su estudio. El presente estudio es una aportación al conocimiento taxonómico de las especies de *Russula* que se desarrollan en el Parque Nacional La Malinche. Se basó en el estudio de aproximadamente 140 ejemplares del género. Se reconocieron 32 especies, las cuales, representan aproximadamente el 15% de todas los hongos agaricoides ectomicorrizógenos que se conocen en el área de estudio. Las especies reconocidas se ubicaron en 13 secciones (*Alutaceae*, *Compactae*, *Firmae*, *Fistulosae*, *Heterophyllae*, *Ingratae*, *Lilaceae*, *Plorantes*, *Polychromae*, *Russula*, *Russulinae*, *Tenellae* y *Viridantes*) de las cuales, la sección *Firmae* y *Tenellae* fueron las que presentaron una mayor diversidad, con 5 especies cada una, seguidas de la sección *Russula* y *Plorantes* con 4 especies cada una. Estas 18 especies representan el 56% de las especies reconocidas para el área de estudio. La sección *Fistulosae*, representada en el área de estudio por una especie, es interesante debido a que la mayor parte de sus representantes crecen en los bosques tropicales de África ecuatorial y algunos en los bosques subtropicales del SE de EUA, el Caribe y SE de Asia. De las 32 especies reconocidas, sólo 26 fueron estudiadas con mayor detalle (81%) y no así las 6 restantes debido a la falta de datos en fresco o porque el material recolectado fue muy escaso. De las 26 especies mencionadas, 11 se determinaron a nivel de especie de manera confiable, 4 probablemente representen nuevos taxa y en 11 hacen falta algunos datos en fresco o es necesario compararlos con material tipo o auténtico para su identificación. De las 11 especies determinadas a nivel de especie sólo *R. occidentalis* representa un nuevo registro para el país. Las especies que hasta ahora únicamente se conocen del PNLM son *R. acrifolia*, *R. americana*, *R. basifurcata*, *R. murrillii*, *R. occidentalis* y *R. romagnesianae*. Éstas representan el 9% de los taxa citados para México. Por otra parte, el tipo de vegetación más importante dentro del Parque Nacional La Malinche es el bosque de coníferas. Se han observado que 13 especies se asocian con *Pinus* y 8 con *Abies*. *R. acrifolia* y *R. romagnesianae* tienen la capacidad de asociarse tanto con *Pinus* como con *Abies*. En la actualidad, el bosque de *Quercus* se encuentra restringido a pequeños manchones que se localizan entre las zonas agrícolas y el área forestal. Debido a esto, este tipo de vegetación fue poco explorado. Se recolectaron 4 especies asociadas con *Quercus*. Además, se desconoce el hospedero asociado con 5 especies, debido a que fueron recolectadas en bosques mixtos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. El género <i>Russula</i> en Tlaxcala	2
2. Objetivo	8
3. Área de estudio	9
3.1. Ubicación	9
3.2. Edafología	10
3.3. Clima	10
3.4. Tipo de vegetación	10
3.5. Sitios de recolección	11
3.5.1. Cañada Grande (ladera E)	11
3.5.2. Ladera Sureste (O de Francisco Javier Mina)	12
3.5.3. Ladera Oeste (E de San Luis Teolocholco)	12
4. Materiales y métodos	14
4.1. Abreviaturas y símbolos	15
4.1.1. Abreviaturas de los autores de los nombres científicos incluidos	16
4.1.2. Abreviaturas adoptadas para los recolectores del material estudiado	16
5. Taxonomía	17
5.1. Caracteres morfológicos	17
5.1.1. Caracteres macromorfológicos	17
5.1.1.1. Basidioma	18
5.1.1.2. Píleo	19
5.1.1.3. Trama	21
5.1.1.4. Láminas	21
5.1.1.5. Estípites	23
5.1.2. Caracteres micromorfológicos	23
5.1.2.1. Basidiosporas	24
5.1.2.2. Basidios	26
5.1.2.3. Cistidios	27
5.1.2.4. Células marginales	28
5.1.2.5. Subhimenio	29
5.1.2.6. Trama	29
5.1.2.7. Pileipellis	29
5.1.2.8. Estipitipellis	33
5.2. Color	33
5.2.1. Píleo	33
5.2.2. Trama	33

G

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.3. Láminas.....	33
5.2.4. Esporada.....	33
5.2.5. Estípite.....	33
5.3. Caracteres organolépticos.....	35
5.3.1. Olor.....	33
5.3.2. Sabor.....	33
5.3.2.1. Trama.....	35
5.3.2.2. Láminas.....	36
5.4. Reacciones macroquímicas.....	36
5.4.1. Amoníaco o hidróxido de amonio.....	36
5.4.2. Anilina.....	37
5.4.3. Fenol.....	37
5.4.4. Formol.....	37
5.4.5. Guayacol.....	37
5.4.6. Sulfato férrico.....	37
5.4.7. Sulfovainillina.....	37
5.5. Clasificación.....	38
5.5.1. Clasificación adoptada.....	45
5.6. Filogenia.....	47
5.6.1. SINGER.....	47
5.6.2. HEIM.....	48
5.6.3. ROMAGNESI.....	48
5.6.4. VERBEKEN.....	48
5.6.5. MILLER <i>et al.</i>	48
5.6.6. MILLER y BUYCK.....	48
6. Resultados.....	49
6.1. <i>Russula</i>	49
6.1.1. <i>Russula brevipes</i>	54
6.1.2. <i>Russula delica</i>	57
6.1.3. <i>Russula romagnesianae</i>	60
6.1.4. <i>Russula cf. pallidospora</i>	62
6.1.5. <i>Russula acrifolia</i>	66
6.1.6. <i>Russula albonigra</i>	69
6.1.7. <i>Russula cf. densifolia f. fragrans</i>	70
6.1.8. <i>Russula sp. 1</i>	73
6.1.9. <i>Russula cf. granulata</i>	76
6.1.10. <i>Russula cf. pectinatoides</i>	78
6.1.11. <i>Russula cf. cyanoxantha</i>	81
6.1.12. <i>Russula basifurcata</i>	82
6.1.13. <i>Russula cf. griseascens</i>	85
6.1.14. <i>Russula cf. atrorubens</i>	88
6.1.15. <i>Russula aff. fragilis</i>	90
6.1.16. <i>Russula aff. krombholzii</i>	90
6.1.17. <i>Russula cf. luteotacta</i>	92

6.1.18. <i>Russula americana</i>	94
6.1.19. <i>Russula sanguinaria</i>	95
6.1.20. <i>Russula cf. albidula</i>	96
6.1.21. <i>Russula cf. drimeia</i>	98
6.1.22. <i>Russula sp. 2</i>	101
6.1.23. <i>Russula cf. puellaris</i>	103
6.1.24. <i>Russula sp. 3</i>	105
6.1.25. <i>Russula cf. abietina</i>	105
6.1.26. <i>Russula sp. 4</i>	107
6.1.27. <i>Russula sp. 5</i>	109
6.1.28. <i>Russula cf. integra</i>	113
6.1.29. <i>Russula cf. xerampelina</i>	117
6.1.30. <i>Russula olivacea</i>	121
6.1.31. <i>Russula murrillii</i>	125
6.1.32. <i>Russula occidentalis</i>	128
6.2. Ecología.....	131
6.2.1. Distribución.....	131
6.2.2. Tipos de vegetación.....	131
6.2.2.1. Bosque de <i>Abies religiosa</i>	132
6.2.2.2. Bosque de <i>Pinus</i>	133
6.2.2.3. Bosque de <i>Quercus</i>	133
6.3. Etnomicología.....	133
7. Discusión general	134
7.1. Taxonomía.....	134
7.1.1. Caracteres morfológicos.....	134
7.1.2. Color.....	136
7.1.3. Caracteres organolépticos.....	137
7.1.4. Clasificación.....	137
7.1.5. Filogenia.....	139
7.1.6. <i>Russula</i>	140
7.1.6.1. <i>Russula</i> sección <i>Plorantes</i>	140
7.1.6.2. <i>Russula</i> sección <i>Compactae</i>	141
7.1.6.3. <i>Russula</i> sección <i>Fistulosae</i>	142
7.1.6.4. <i>Russula</i> sección <i>Ingratae</i>	142
7.1.6.5. <i>Russula</i> sección <i>Heterophyllae</i>	142
7.1.6.6. <i>Russula</i> sección <i>Russula</i>	143
7.1.6.7. <i>Russula</i> sección <i>Firmae</i>	143
7.1.6.8. <i>Russula</i> sección <i>Tenellae</i>	144
7.1.6.9. <i>Russula</i> sección <i>Polychromae</i>	145
7.1.6.10. <i>Russula</i> sección <i>Russulinae</i>	145
7.1.6.11. <i>Russula</i> sección <i>Viridantes</i>	145
7.1.6.12. <i>Russula</i> sección <i>Alutaceae</i>	146
7.1.6.13. <i>Russula</i> sección <i>Lilaceae</i>	146
7.1.7. Problemática en la determinación de las especies.....	147

7.2. Ecología.....	148
7.2.1. Bosque de <i>Abies religiosa</i>	148
7.2.2. Bosque de <i>Pinus</i>	149
7.2.3. Bosque de <i>Quercus</i>	150
7.2.4. Otro tipo de hospederos.....	150
7.3. Etnomicología.....	150
8. Conclusiones.....	152
9. Literatura citada.....	154
10. Figuras.....	162
Apéndice I.....	181
Apéndice II.....	189

J

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1 INTRODUCCIÓN

Los hongos ectomicorrizógenos son un componente importante en el mantenimiento de los bosques de las regiones templadas y frías de todo el mundo, debido a que facilitan el proceso de captación de nutrimentos y agua del suelo en los ecosistemas forestales. La mayor diversidad de estos hongos se encuentra predominantemente dentro de los Basidiomycetes y particularmente en algunos hongos agaricoides de las familias Amanitaceae, Boletaceae, Cortinariaceae, Russulaceae y algunos Entolomataceae o Tricholomataceae (MALLOCH *et al.*, 1980; SMITH y READ, 1997). Por el número de especies, Russulaceae es una de las familias más diversas que se desarrollan en los bosques de pináceas, fagáceas y betuláceas (SINGER, 1986), incluyendo algunos tropicales de leguminosas ectomicorrízicas en África y Sudamérica y de dipterocarpaceas en el sureste de Asia (HÄRKÖNEN *et al.*, 1993; WATLING, 1995).

Las especies representativas de la familia Russulaceae pertenecen a dos géneros que forman estructuras reproductivas agaricoides: *Lactarius* y *Russula*. Ambos se encuentran bien representados en los bosques de coníferas, de encino y mesófilos de montaña del país (GUZMÁN *in* RZEDOWSKY, 1977). Varias de sus especies son apreciadas como alimento y consumidas por diferentes grupos étnicos de México, particularmente en el centro del país (GUZMÁN, 1977, 1978; Tabla 1). Estos dos géneros se encuentran relacionados filogenéticamente con otros taxa que producen basidiomas de tipo secotioides o gasteroide y que se han clasificado dentro de los géneros *Arcangeliella* CAVARA, *Cystangium* SINGER *et* A.H. SM., *Elasmomyces* CAVARA, *Gymnomyces* MASSEE *et* RODWAY, *Macowanites* KALCHBR., *Martellia* MATTIR. y *Zelleromyces* SINGER *et* A.H. SM.. Todas las especies de estos géneros integran a la familia Russulaceae (Fig. 1-6).

El conocimiento que se tiene en México sobre este grupo de hongos aun es pobre y se encuentra fragmentado. Buena parte de su desconocimiento se debe a que aun existen grandes áreas que no han sido exploradas desde el punto de vista micológico y a la carencia de estudios taxonómicos profundos que ayuden a elucidar la diversidad real de estos organismos en nuestro país.

1.1. ANTECEDENTES

El grado de conocimiento taxonómico sobre los diferentes géneros que integran a la familia Russulaceae en México es diferente. Los géneros secotioides y gasteroide han sido poco estudiados debido en parte al hábito hipogeo o semihipogeo de sus estructuras reproductivas. Del país se han registrado tres especies de *Macowanites* (GUZMÁN, 1988; GARCÍA *et al.*, 1998), una de *Cystangium* (SINGER, 1985) y otra de *Zelleromyces* (GARCÍA *et al.*, 1998). De los géneros agaricoides, las especies de *Lactarius* se encuentran en un mejor estado de conocimiento que las de *Russula*, ya que para *Lactarius* se cuentan con varios trabajos donde se analizan críticamente varios taxa (GUEVARA *et al.* 1983; KONG y ESTRADA-TORRES, 1994; MONTOYA y BANDALA, 1996; MONTOYA *et al.*, 1990, 1998a, 1998b, 1998c). No así para *Russula*, donde a pesar de que se han reportado un mayor número de especies, a la fecha no existe ningún estudio

taxonómico enfocado a conocer la identidad real de muchas de las especies que se desarrollan en el país.

En 1911, BURLINGHAM fue la primera persona que estudió y describió una especie mexicana del género *Russula*. La llamó *R. mexicana*, y fue recolectada en los alrededores de Jalapa, Veracruz por MURRILL (1911). Desde que fue descrita esta primera especie, se han reportado alrededor de 70 nombres de especie del género para nuestro país, incluyendo algunas variedades y formas (ver Apéndice I). BLUM y HEIM (1970) realizaron un estudio preliminar sobre los especímenes de *Russula* recolectados por HEIM en el estado de Oaxaca, pero como las recolecciones estudiadas no contenían los datos importantes para su determinación, sólo presentan una comparación con las especies europeas más próximas, sin asignar un nombre a los especímenes mexicanos.

En la literatura mexicana existe una clave para 13 especies, elaborada por GUZMÁN (1977) con base en características macroscópicas. Además, existen descripciones de aproximadamente 30 especies (GUZMÁN, 1961; HERRERA y GUZMÁN, 1961; PÉREZ-SILVA, 1969; GUZMÁN, 1977; VALENZUELA *et al.*, 1981; ACOSTA y GUZMÁN, 1984; HEIM y PARDAVÉ, 1992; CIFUENTES *et al.*, 1993; RODRÍGUEZ *et al.*, 1994; CHACÓN, 1995; CHACÓN *et al.*, 1995; GARCÍA *et al.*, 1998). Desafortunadamente, la mayoría de estas descripciones son breves y no cuentan con muchos de los datos más importantes para la identificación de ellas o carecen de buenas ilustraciones, indispensables para el estudio de este género (BUYCK, 1992). Y muchas de ellas, no son del todo útiles para poder comparar o determinar con precisión las especies mexicanas.

En una revisión preliminar sobre los materiales citados en algunos de los trabajos que describen y/o reportan especies de México, se observó que gran parte de las especies registradas se basan en interpretaciones erróneas de los conceptos actuales, por lo que la mayoría de los materiales registrados necesitan ser estudiados con mayor detalle para conocer su verdadera identidad.

A pesar del escaso conocimiento que se tiene sobre la identidad taxonómica de muchos taxa, existen en nuestro país numerosas especies que se consideran comestibles (Tabla 1) y que han constituido una parte integral de la subsistencia tradicional en muchas de las culturas que se han desarrollado en las regiones del centro de México.

1.1.1. El género *Russula* en Tlaxcala

Para el estado de Tlaxcala se han reportado 23 especies (Apéndice I) de las cuales, 6 proceden del Parque Nacional La Malinche (Tabla 2). VALENZUELA *et al.* (1981) registraron a *Russula olivacea* de la Sierra de Tlaxco. GONZÁLEZ-FUENTES (1987) cito a *R. alutacea*, *R. brevipes*, *R. emetica*, *R. nigricans* y *R. queletii* para el estado y a *R. brevipes* y *R. queletii* del Parque Nacional La Malinche. SANTIAGO *et al.* (1990) presentaron los resultados de un inventario preliminar sobre los hongos de Tlaxcala y registraron a *Russula albonigra*, *R. brevipes*, *R. cyanoxantha*, *R. densifolia*, *R. drimeia* COOKE, *R. lutea* y *R. olivacea*. ESTRADA-TORRES *et al.* (1991) realizaron un listado preliminar sobre los hongos que crecen en el estado donde incluyeron, además de las ya mencionadas, a *R. alutacea*, *R. emetica*, *R. fageticola*, *R. sanguinea* y *R. xerampelina*. ACOSTA y KONG (1991) citaron a *R. brevipes*, *R. drimeia*, *R. fageticola*, *R. olivacea*, *R.*

Introducción

sanguinea y *R. xerampelina* en una guía sobre los hongos que se desarrollan en las zonas de El Peñón del Rosario y La Malinche. KONG (1998) citó a *R. acrifolia*, *R. americana*, *R. basifurcata*, *R. cuprea* var. *juniperina*, *R. delica* var. *centroamericana*, *R. densifolia* f. *fragrans*, *R. gregaria*, *R. murrillii*, *R. ornaticeps*, *R. persicina* y *R. romagnesiana* de la entidad, pero sin precisar localidad.

El conocimiento que se tiene sobre la identidad y el número de especies existentes en el estado de Tlaxcala es aún pobre. Hasta el momento no existe un solo trabajo taxonómico enfocado al estudio de las especies del género *Russula* que se desarrollan en este estado, el Parque Nacional La Malinche o cualquier otra de sus regiones. Por lo tanto, el presente trabajo se enfocó en conocer las especies del género *Russula* que se desarrollan en el Parque Nacional La Malinche, mediante su estudio en campo, recolección, descripción de sus caracteres morfoanatómicos y comparación con especies de la literatura, para así, contribuir al conocimiento de las especies de este importante género de hongos ectomicorrizógenos que se desarrollan en el área de estudio.

Tabla 1. Especies del género *Russula* consideradas comestibles en México y su nombre vernáculo

Especie	Nombre	Entidad	Referencia
<i>R. alutacea</i>	Santiagouero	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997
	Pastelito	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2001
	Coconita Payasito	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1997
<i>R. aff. alutacea</i>	Coconita Payasito Santiaguito	Distrito Federal	REYGADAS <i>et al.</i> , 1995
<i>R. amoena</i>	Ardilla Santiagouero	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997
<i>R. brevipes</i>	Ririchaka	Chihuahua	MORENO-FUENTES <i>et al.</i> , 1994
	Hongo blanco	Distrito Federal	REYGADAS <i>et al.</i> , 1995
	Oreja		
	Oreja de cochino		
	Trompa de cochino		
	Trompita blanca		
	Trompa blanca	Distrito Federal Estado de México	GISPERT <i>et al.</i> , 1984
	Oreja blanca	Estado de México	ESTRADA-TORRES y AROCHE, 1987
	Borrego	Puebla	PELLICER-GONZÁLEZ <i>et al.</i> , 2002
	Blanco		
	Borreguito	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2000
	Corneta blanca		
	Pata de cabra		
	Pata		
	Tecajete		
	Cuatecax		
	Blanco	Veracruz	VILLARREAL y PÉREZ-MORENO, 1989
	Trompa de cochino		
	Trompa de puerco		
	Tolopitos		
	Borrego	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
Borrego blanco			
Hongo de venado			
Iztacnánácatl			
Oreja			
Oreja blanca			
Oreja de borrego			
Oreja de cochino			
Oreja de puerco			
Oreja de puerco blanca			
Quexque			
Taza			
Taza blanca			
Trompa			

Continúa

Tabla 1. Continuación.

Especie	Nombre	Entidad	Autor		
<i>R. brevipes</i> (continuación)	Trompa de cochi	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997		
	Trompa de marrano				
	Trompa de puercos				
<i>R. cyanoxantha</i>	Trompeta	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997		
	Santiaguero				
	Pastelito			Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2001
	Chapiado Santiaguero			Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
<i>R. delica</i>	Payasito	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1997		
	Taza	Distrito Federal	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997		
	Taza blanca				
	Trompeta				
	Oreja de puercos	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997		
	Totopixtle	Hidalgo	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997		
	Ojo de venado				
	Iztacnánacatl				
	Quexque	Puebla	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997		
	Trompa de puercos	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2000, 2001		
	Borreguito				
	Corneta blanca				
	Cuatecax				
	Nacascuetlax				
	Orejitas				
Pata					
Pata de cabra					
Tecajete					
Tecax					
Tecax blanco	Valle de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997			
Toropos					
Trompa					
Trompa de cochi	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997			
Trompa blanca					
Oreja					
Oreja de cochino					
Oreja de puercos blanca					
Taza					
Taza blanca					
Trompa blanca					
<i>R. densifolia</i>			Borrego blanco	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
			Taza blanca		
	Taza loca				
	Trompa blanca				

Continúa

Tabla 1. *Continuación*

Especie	Nombre	Entidad	Autor
<i>R. drimeia</i> (ut <i>R. sardonica</i>)	Madroño	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997
<i>R. herrerae</i>	Hongo blanco Hongo blanco de ocote	Tlaxcala	KONG <i>et al.</i> , 2002
<i>R. lepida</i>	Hongo de madroño Madroño Sangre de res Santiaguero	Estado de México	ESTRADA-TORRES y AROCHE, 1987; GUZMÁN, 1997
	Ardilla Madroño	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
	Santiaguitos	Puebla	PELLICER-GONZÁLEZ <i>et al.</i> , 2002
<i>R. lutea</i>	Bizcocho	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
<i>R. mariae</i>	Hongo colorado	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2001
<i>R. mexicana</i>	Ardilla	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1997
<i>R. aff. mexicana</i>	Coconita Payasito Santiaguero	Distrito Federal	REYGADAS <i>et al.</i> , 1995
<i>R. nigricans</i>	Oreja negra Oreja cimarrona	Estado de México	ESTRADA-TORRES y AROCHE, 1987
	Borrego Oreja cimarrona Taza negra Trompa negra	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
<i>R. olivacea</i>	San Pablero	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2001; GUZMÁN, 1997
	Chapiado Santiaguero	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1977, 1997
<i>R. queletii</i>	Ardilla Coconita Payasito Santiaguero	Sin localidad precisa	GUZMÁN, 1997
<i>R. aff. queletii</i>	Coconita Payasito Santiaguero	Distrito Federal	REYGADAS <i>et al.</i> , 1995
<i>R. romagnesiana</i>	Borreguito Corneta blanca Palomita Pata de cabra Pata Tecajete Cuatexax	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2000, 2001
<i>R. romellii</i>	Santiaguero	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997

Continúa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1. Continuación

Especie	Nombre	Entidad	Autor
<i>R. sardonia</i> (ver <i>R. drimeia</i>)			
<i>R. vesca</i>	Ardilla	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997
<i>R. xerampelina</i>	Santiaguero	Estado de México	HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1997
	San Pablero	Tlaxcala	MONTOYA <i>et al.</i> , 2001

Tabla 2. Especies del género *Russula* citadas del Parque Nacional La Malinche.

Especie	Autor
<i>R. albonigra</i>	SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991
<i>R. brevipes</i>	GONZÁLEZ-FUENTES, 1987; SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991
<i>R. drimeia</i>	ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991
<i>R. olivacea</i>	VALENZUELA <i>et al.</i> , 1981; SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991
<i>R. queletii</i>	GONZÁLEZ-FUENTES, 1987
<i>R. sanguinaria</i>	ACOSTA y KONG, 1991 como <i>R. sanguinea</i> ; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991 como <i>R. sanguinea</i>
<i>R. xerampelina</i>	ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991

2 OBJETIVOS

1. Contribuir al conocimiento taxonómico de las especies del género *Russula* que se desarrollan en el Parque Nacional La Malinche, principalmente en el área que le corresponde al estado de Tlaxcala.
2. Describir e ilustrar las especies estudiadas del género.
3. Elaborar una clave dicotómica para la determinación de las especies estudiadas.

ÁREA DE ESTUDIO

El Volcán Matlalcuéytl o La Malinche se considera como la zona núcleo del Parque Nacional La Malinche. Es una de las principales geoformas que dominan el paisaje tlaxcalteca y por la altitud que alcanza (4461 msnm) se considera la quinta montaña más alta de México. En ella se desarrollan bosques típicos de las regiones templadas a pesar de ubicarse en una zona intertropical. Los bosques del Parque Nacional La Malinche están dominados principalmente por árboles de la familia Pinaceae, a menudo formando masas puras o en algunas partes entremezclándose con otros elementos arbóreos de las familias Betulaceae, Fagaceae y Salicaceae. Estas mismas plantas son los elementos típicos que forman las grandes extensiones de bosque boreal y templado en el hemisferio norte. Una característica importante, desde el punto de vista micológico, es que en este tipo de bosque se desarrollan las principales comunidades de hongos ectomicorrizógenos, que facilitan la absorción de nutrimentos y agua del suelo a los árboles con los que se asocian.

3.1. UBICACIÓN

La Malinche (Malintzi o Malintzin) se sitúa en la región SE del estado de Tlaxcala y al N de la ciudad de Puebla, entre los paralelos 19° 12' y 19° 17' de latitud N, y entre los meridianos 98° 08' y 97° 57' de longitud O (Fig. 7). Fue decretada como Parque Nacional en 1938 para "que la vegetación forestal boscosa que cubre esta montaña, así como la fauna de animales silvestres especiales, impriman a ésta un carácter de verdadero museo vivo de flora y fauna comarcanas, llenando además todas las características de los parques nacionales, que por acuerdo de las naciones civilizadas se ha convenido en establecer en los lugares de mayor belleza natural". Que la misma gran belleza natural de esta montaña y la de su flora y fauna forma un atractivo poderoso para el desarrollo del turismo, acondicionando buenos caminos de acceso para ascender a ella, partiendo de las Ciudades de Puebla y Tlaxcala" (Diario Oficial, 1938). La fisonomía general del Parque Nacional La Malinche está dada por el volcán, que presenta amplias laderas situadas ca. 2700 msnm en su parte más baja, alcanzando los 4461 msnm en la cumbre, la cual está formada por los restos erosionados de lo que fue el antiguo cráter de un enorme estratovolcán andesítico del Pleistoceno. Se encuentra aislado dentro de los amplios valles del Popocatepetl-Iztaccihuatl (Puebla-Tlaxcala) a la derecha y del Pico de Orizaba-Cofre de Perote (El Seco-Oriental) a la izquierda. El área se incluye dentro de la región fisiográfica del Eje Neovolcánico (Valles y volcanes del Anáhuac) y dentro de la cuenca superior del Río Balsas (Zahuapan-Atoyac). Se calcula que el volcán se originó en el Pleistoceno y está formado por vulcanitas de tipo dácita que descansan sobre sedimentos de carbonato del Pleistoceno (Anónimo, 1986, 1987; WERNER, 1988).

3.2. EDAFOLOGÍA

En la mayor parte de la superficie del Parque Nacional La Malinche, el suelo es de tipo andosol vítrico, con una textura de migajón arenoso levemente pedregoso y formado por arenas andesítico-dacíticas en las laderas frías y húmedas. En las partes más altas se presenta un suelo de tipo litosol, a veces combinado con suelo de tipo ranker, ambos formados principalmente por vulcanitas con textura muy pedregosa o de migajón pedregoso. En las partes altas de las barrancas y cañadas se pueden presentar estos últimos tipos de suelo o también de tipo regosol, que es eútrico en las barrancas de la vertiente occidental y dístrico en las barrancas de la vertiente oriental; el regosol eútrico está formado por sedimentos de tobas, con textura de arena fina limosa o de limo arenoso, mientras que el regosol dístrico está formado por cenizas transportadas con textura de arena o arena limoso-gravosa (Anónimo, 1986, 1987; WERNER, 1988).

3.3. CLIMA

De acuerdo con la clasificación de KÖPPEN modificado por GARCÍA (1987), el Parque Nacional La Malinche presenta un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano [C(w₂)(w)] en las partes bajas (2700-3000 msnm). En las partes altas a 3000-4000 msnm, el clima también es templado pero de tipo semifrío subhúmedo con lluvias en verano [C(E)(w₂)(w)]. Por arriba de los 4000 msnm y hasta la cumbre, el clima es frío o muy frío, con la temperatura media de 0° C en el mes más frío [E(T)H]. La temperatura media anual es de 8-12° C en las partes de mediana altitud, a 2600-3000 msnm; de 6-8° C entre los 3000 a 4000 msnm y de 3-5° C por arriba de lo 4000 msnm. La precipitación media anual es de aproximadamente 1000 mm en la parte media (2900 msnm) y de unos 800 mm en las regiones con altitudes menores a 2900 m (Anónimo, 1986, 1987).

3.4. TIPO DE VEGETACIÓN

De acuerdo con ERN (1976), el tipo de vegetación que se desarrolla en las partes medias (2800-3200 msnm) del Parque Nacional La Malinche es un bosque de coníferas, formado principalmente por *Pinus montezumae* LAMB. En las partes orientales se presenta *P. teocote* SCHL. et CHAM. (2800-3000 msnm) y en las partes altas domina *P. hartwegii* LINDL. (3200-4100 msnm). En algunas partes del bosque de pino, se encuentran mezclados algunos individuos de *Alnus jorullensis* HBK., *Quercus laurina* HUMB. et BOMPL. y *Q. crassifolia* HUMB. et BOMPL.; en las barrancas húmedas de las vertientes orientales y occidentales se desarrolla *Abies religiosa* (HBK.) SCHL. et CHAM., a veces mezclado con algunos individuos de *P. montezumae*, *P. hartwegii*, *Salix cana* MART. et GAL., *S. paradoxa* HBK. y *Juniperus monticola* MART.

Con base en los recorridos que se hicieron durante la recolección de los materiales estudiados, se observó que el tipo de vegetación predominante en la ladera E del Volcán La Malinche, dentro de la llamada Cañada Grande, es un bosque de *Abies religiosa* que en las partes mas protegidas es puro, o a veces con algunos individuos de *Salix paradoxa*, pero generalmente mezclado con árboles del género *Pinus* en las partes más expuestas, siendo *P. hartwegii* la especie más común por arriba de los 3300 msnm. y *P. montezumae* en las partes más bajas de la

cañada, entre los 3000 - 3300 msnm., donde también se encuentran mezclados algunos individuos de *P. teocote* y *P. leiophylla* SCHL. et CHAM. Cuando el género *Pinus* es codominante o dominante, es común encontrar también algunos individuos de *Alnus jorullensis*. Fuera de la zona de la Cañada Grande, el tipo de vegetación predominante es el bosque de *Pinus*, que en la región del poblado de Francisco Javier Mina, Los Pilares y Altamira se encuentra dominado por *P. montezumae*, *P. leiophylla* y/o *P. teocote*, mezclados con algunos individuos de *A. jorullensis* (Fig. 8).

3.5. SITIOS DE RECOLECCIÓN

La mayor parte del material estudiado (cerca del 85%) se recolectó en 3 diferentes áreas del Parque Nacional La Malinche: 1) la Cañada Grande, en la ladera E, a 9-13 km al O de San Juan Ixtenco; 2) ladera SE, en el límite con el estado de Puebla, a 5-8 km al O de Francisco Javier Mina y 3) ladera O, junto a la Barranca Briones por el Camino 17 (Caseta 2) de la coordinación General de Ecología (CGE), a 9-15 km al E de San Luis Teolocholco. El resto de las recolecciones (ca. 15%) se realizaron esporádicamente en los siguientes sitios: 4) alrededores del Albergue IMSS Malintzi (ladera N); 5) región de Altamira Guadalupe (ladera NE); 6) región de Los Pilares (ladera NE); 7) km 6-7 del camino San Juan Ixtenco-Cañada Grande (ladera E); 8) alrededores del antiguo Albergue del CREA (Caseta 6 de la CGE, ladera E); 9) límites de Puebla-Tlaxcala, a 4 km al O de Francisco Javier Mina (ladera SE); 10) San Diego, camino San Isidro Buen Suceso-Caseta 1 de la CGE (ladera O); y 11) camino San Luis Teolocholco-Caseta 2 de la CGE (ladera O) (Fig. 9).

3.5.1. Cañada Grande (ladera E)

La Cañada Grande es una gran barranca formada por una fractura que colapsó lo que fue el antiguo cráter del volcán (WERNER, 1988). Se sitúa en la ladera E del volcán, baja hacia el E en dirección al poblado de San Juan Ixtenco, Municipio de Huamantla. En su parte inferior es amplia y conforme va ascendiendo se va haciendo más estrecha. El relieve es casi plano y el desnivel entre el fondo de la cañada y sus paredes sobrepasa los 500 m. Su altitud varía entre 3000 m en su porción más baja y 3700 m en su porción más alta. Tiene aproximadamente 5 km de longitud (ACOSTA y KONG, 1991).

En la parte baja de la barranca (3000-3200 msnm) se presenta un pastizal secundario de *Muhlenbergia macroura* (HBK) HITCHC., *Stipa ichu* (RUIZ et PAVÓN) KUNTH. y *Eragrostis bartieri* DAR., con algunos individuos de *Pinus montezumae*, relictos de la vegetación original (bosque de pino). Por arriba de los 3200 msnm comienza el bosque de oyamel, comunidad bien definida desde el punto de vista fisonómico, ecológico y florístico. Es un bosque dominado por *Abies religiosa*, aunque en algunas áreas de la cañada cohabita con *Pinus hartwegii* (en las partes altas) o *P. montezumae* (en las partes bajas). *A. religiosa* usualmente se desarrolla en pendientes pronunciadas de laderas o barrancas, formando un bosque denso, sombrío y húmedo. En el estrato arbustivo y arbóreo inferior son comunes los individuos jóvenes del oyamel, así como de *Salix mexicana* SEEMEN, *S. paradoxa*, *Buddleia parviflora* HBK., *Ribes ciliatum* H et B y *Prunus serotina* ssp. *capuli* (CAV.) MCVAUGH. En las partes más húmedas y protegidas se desarrolla una

gruesa capa casi continua de musgos que cubre el suelo y que es característica de este bosque (ACOSTA y KONG, 1991).

3.5.2. Ladera Sureste (O de Francisco Javier Mina)

En la ladera SE del volcán, en los límites con el estado de Puebla, se desarrolla una de las áreas boscosas dominadas por pino mejor conservadas dentro del Parque Nacional La Malinche. La zona se sitúa entre 5 y 8 km al O del poblado de Francisco Javier Mina, dentro del Municipio de Trinidad Sánchez Santos. Es interesante señalar que el sitio queda fuera de los límites del estado de Tlaxcala en los mapas publicados por el INEGI (Anónimo, 1987, 1996) (Fig. 9). Sin embargo, durante las exploraciones de campo se observó que el sitio es considerado como parte de este estado por los habitantes de la región y de hecho, el bosque colinda al S con el estado de Puebla en la parte conocida como "el lindero".

El área presenta pendientes poco pronunciadas y se sitúa aproximadamente entre los 2900 msnm en la parte baja y 3300 msnm en su parte alta. La ladera es cruzada por barrancas poco profundas que bajan en dirección SE hacia el poblado de Francisco Javier Mina. El bosque que se desarrolla en las partes con poca pendiente está dominado por individuos maduros de *Pinus montezumae*, formando un bosque más o menos uniforme y denso, de 30 m altura, con pocos claros o áreas perturbadas. Un componente importante en este bosque es *Alnus jorullensis*, que forma un estrato arbóreo secundario dentro del bosque de pino. En algunas partes, *A. jorullensis* llega a ser codominante y forma pequeños manchones casi puros. Otros árboles presentes pero en menor proporción incluyen a *Salix paradoxa*, *Quercus laurina* y *Abies religiosa*. Dentro de las barrancas que cruzan el área se desarrolla *Abies religiosa* formando en grandes áreas bosques densos y húmedos, en pendientes muy pronunciadas.

3.5.3. Ladera Oeste (E de San Luis Teolocholco)

En la ladera O del volcán se encuentra la Barranca Briones, una fractura que corre a todo lo largo de la ladera en dirección E a O. Se inicia aproximadamente a los 3800 msnm, cerca del límite de la vegetación arbórea y baja en dirección O hacia el poblado de San Luis Teolocholco. Hacia el sur, fuera de la barranca, pero paralelo a ésta, se encuentra el Camino 17 (CGE) que sube hacia los 3600 msnm. La parte más alta del área de muestreo se encuentra aproximadamente a esta altitud y la parte más baja en la Caseta 2 (CGE) cerca de los 2900 msnm. En la parte alta, hacia la cima, la pendiente es pronunciada. Ahí crece *Abies religiosa* que domina el bosque en las partes más protegidas, húmedas y con mayor pendiente, junto y dentro de las barrancas. Hacia abajo, por los 3450 msnm, y en áreas con menos pendiente y más o menos planas, el bosque está dominado por *Pinus hartwegii*. La explotación ha ido reduciendo el área forestal y en muchas partes se presentan amplios claros donde los individuos de *P. hartwegii* se encuentran dispersos, formando un bosque abierto y de baja altura. El estrato arbustivo está representado principalmente por componentes secundarios como *Baccharis conferta* HBK y *Senecio* spp. En los claros se forma un pastizal inducido, formado por *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichus* y *Eragrostis bartieri*. Más abajo, por los 3200 msnm, *P. hartwegii* es reemplazado por *P. montezumae*, que forma un bosque un poco más alto y denso. En algunas partes con pendiente y

Área de estudio

cerca del cráter Hueytlalocan, se llega a desarrollar un bosque mixto con *Alnus jorullensis*, *Salix* spp., *Cupressus* sp. y *Abies religiosa*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron aproximadamente 150 ejemplares del género *Russula* recolectados en las localidades mencionadas del Parque Nacional La Malinche. El período de muestreo fue la época de lluvias, que en el área de estudio generalmente comienza en Junio y termina a finales de Septiembre o principios de Octubre. Sin embargo, este intervalo fue variable dependiendo de las características particulares que presentó cada año. El material recolectado fue procesado siguiendo las técnicas habituales para el estudio y conservación de este tipo de hongos (GUZMÁN, 1977, CIFUENTES *et al.*, 1986; BRUNDRETT *et al.*, 1996). Las descripciones macroscópicas de los hongos que aquí se presentan son adaptaciones de las notas de campo que acompañan a los ejemplares y que contienen los datos de los caracteres en fresco. El tamaño del basidioma se describe de acuerdo con la tabla propuesta por BAS (1969) para el género *Amanita*. En la mayoría de los casos, el ancho de la trama se midió a la mitad del radio del píleo y el de las láminas en la parte más ancha. Los colores se dan en los términos del autor y en los casos en los que pudieron ser comparados con las tablas de colores de MUNSSELL (1975, 1992), METHUEN (KORNERUP y WANSCHER, 1978) o KÜPPERS (1979) van seguidos entre paréntesis por las notaciones alfanuméricas respectivas. El color de la esporada y de las láminas a menudo también va seguido por la notación del código de ROMAGNESI (1967, p. ej. IIIc) entre paréntesis.

El estudio microscópico de los basidiomas se llevó a cabo en material seco, siguiendo las técnicas básicas (LARGENT *et al.*, 1977; BRUNDRETT *et al.* 1996). Las basidiosporas se midieron en vista lateral. El tamaño no incluye la altura de la ornamentación. Se midieron por lo menos treinta basidiosporas obtenidas de esporadas. En los casos en que no se obtuvo esporada, se midieron aquellas basidiosporas que se presentaban en la superficie del píleo o del estípite. El tamaño de las basidiosporas se reporta como un intervalo donde se incluye el valor más pequeño y más grande entre paréntesis. El intervalo fuera de paréntesis incluye los valores resultantes de la suma y resta del doble de la desviación estándar al valor promedio de las mediciones. Cuando este último valor es igual al extremo del intervalo más pequeño y más grande no se incluyen paréntesis en las mediciones dadas. Los valores promedio se subrayan y a menudo se incluyen dos valores subrayados que representan el valor promedio más pequeño y el valor promedio más grande, cuando se estudiaron 2 ó más ejemplares. Se calculó el cociente largo/ancho de las esporas (Q) y se expresó con base en la tabla propuesta por BAS (1969). La ornamentación de las basidiosporas se describe como se observa en reactivo de MELZER; su altura se da como un intervalo que incluye las ornamentaciones más altas de las basidiosporas observadas. El resto de las estructuras microscópicas se estudiaron en solución acuosa de hidróxido de potasio (KOH al 3-10%), a menudo teñidas con rojo Congo amoniacal. El largo de los basidios no incluye a los esterigmas. El grosor de la pileipellis se midió en la parte central del píleo.

Para la ubicación infragenérica de las especies, se siguieron las clasificaciones propuesta por BON (1988) y BUYCK (1992) con algunas modificaciones, principalmente en el rango de subsección (SINGER, 1986). Todo el material estudiado se encuentra depositado en el Herbario TLXM del Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (HOLMGREN y HOLMGREN 1995).

4.1. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

∅	diámetro
=	igual a, sinónimo
aff.	afín a
<i>auct.</i>	de autores
<i>ca.</i>	aproximadamente
cf.	comparar con
CGE	Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado de Tlaxcala
corresp.	correspondencia
dupl.	duplicado
E	Este
<i>et al.</i>	y colaboradores
EUA	Estados Unidos de América
f.	forma (rango taxonómico)
fig(s).	figura(s)
<i>fran.</i>	franceses
<i>ibid.</i>	en el mismo lugar
incl.	incluyendo
km	kilómetro
µm	micrómetros (1/1000 mm)
N	Norte
n	número
NE	Noreste
NO	Noroeste
<i>nom. dub.</i>	nombre dudoso
<i>nom. illeg.</i>	nombre ilegítimo
<i>nom. prov.</i>	nombre provisional
O	Oeste
p.	página
p. ej.	por ejemplo
<i>p.p.</i>	en parte
pers.	personal
PNLM	Parque Nacional La Malinche
Q	cociente largo/ancho de las basidiosporas
TLXM	Herbario del CICB-UAT
S	Sur
SBA	Sulfobenzaldehído
SE	Sureste
msnm	metros sobre el nivel del mar
SO	Suroeste
<i>s.l.</i>	en sentido amplio
<i>s. str.</i>	en el sentido estricto o estrecho
sp.	especie
spp.	especies

ssp.
SV
var.
vs.

subespecie
sulfovainillina (+ = reacción positiva; - = sin reacción)
variedad (rango taxonómico)
contra, en oposición a

4.1.1. ABREVIATURAS DE LOS AUTORES DE LOS NOMBRES CIENTÍFICOS INCLUIDOS (KIRK y ANSELL, 1992)

A.H. SM.	SMITH, A.H.	KROMBH.	KROMBHOLZ, J.V. VON
BRES.	BRESADOLA, G.	L.	LINNEAUS, C. VON
BRITZELM.	BRITZELMAYR, M.	MATTIR.	MATTIROLO, O.
BULL.	BULLIARD, J.B.F.	MAUBL.	MAUBLANC, A.
BURL.	BURLINGHAM, G.S.	PAT.	PATOUILLARD, N.T.
FR.	FRIES, E.M.	PELT.	PELTEREAU, E.
HALL.	HALLGRIMSSON, H.	PERS.	PERSOON, C.H.
HENN.	HENNINGS, P.C.	QUÉL.	QUÉLET, L.
HUDS.	HUDSON, W.	ROMAGN.	ROMAGNESI, H.
I.G. BORSHCH.	BORSHCHOW, I.G.	SACC.	SACCARDO, P.A.
J. SCHRÖT.	SCHRÖTER, J.	SCHAEFF.	SCHAEFFER, J.C.
JOSS.	JOSSERAND, M.	SCHUMACH.	SCHUMACHER, H.C.F.
JUL. SCHÄFF.	SCHÄFFER, J.	SECR.	SECRETAN, L.
KALCHBR.	KALCHBRENNER, K.	VELEN.	VELENOVSKÝ, J.
KOTL.	KOTLABA, F.	VITTAD.	VITTADINI, C.

4.1.2. ABREVIATURAS ADOPTADAS PARA LOS RECOLECTORES DEL MATERIAL ESTUDIADO

<i>AET</i>	ARTURO ESTRADA TORRES	<i>JR</i>	JUHANI RUOTSALAINEN
<i>AHS</i>	ALEXANDER H. SMITH	<i>JV</i>	JUKKA VAURAS
<i>AKL</i>	ALEJANDRO KONG LUZ	<i>LHD</i>	LORENA HERNÁNDEZ DÍAZ
<i>AME</i>	ADRIANA MONTROYA ESQUIVEL	<i>MGW</i>	M.G. WEAVER
<i>BB</i>	BART BUYCK	<i>NMG</i>	N.M. GALT FELTER
<i>GG</i>	GASTÓN GUZMÁN	<i>RLS</i>	ROBERT L. SHAFFER
<i>JAS</i>	JOHANNES A. SCHMITT		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5 TAXONOMÍA

La teoría y la práctica de describir, nombrar y clasificar a los hongos de manera más científica comenzó a desarrollarse a finales del siglo XVIII y principios del XIX, con algunos de los trabajos de PERSON (1796) y FRIES (1821, 1838, 1874), donde describen un gran número de especies. En la actualidad, el avance sobre la taxonomía de *Russula* es el resultado de los estudios iniciados en Europa desde principios y mediados del siglo pasado y continuados hasta nuestros días por diversos autores alrededor de todo el mundo. En fechas recientes se continúan desarrollando trabajos importantes que contribuyen a entender mejor sobre taxonomía y ecología de este género.

El reconocimiento y la determinación de las especies se basan casi exclusivamente en las características morfológicas que presenta el basidioma, como tamaño, forma y ornamentación, además del color de sus partes (píleo, trama, láminas, esporada y estípote), los caracteres organolépticos (olor y sabor) y algunas reacciones químicas de la trama. Estos caracteres siguen siendo los mismos que utilizaron los primeros autores que trabajaron con *Russula*. Sin embargo, los caracteres microscópicos han tomado mayor importancia en nuestros días y el análisis de los macroscópicos se realiza con mayor detalle y su variación se comprende mejor.

5.1. CARACTERES MORFOLÓGICOS

Para conocer la identidad de cualquier especie del género *Russula*, un requisito indispensable es el conocer bien los caracteres en fresco que presentan los materiales recolectados. Es necesario recopilar y analizar información precisa no sólo de los caracteres macromorfológicos en fresco, sino también de los caracteres micromorfológicos, datos ecológicos y reacciones químicas de las recolecciones. Esto se debe a que *Russula* es un género muy diverso y muchas de sus especies morfológicamente son similares entre sí.

5.1.1. Caracteres macromorfológicos

Aun cuando se sospeche de la identidad de alguna especie, es necesario realizar una descripción detallada de los caracteres macromorfológicos que presentan los basidiomas en fresco. Los materiales bien descritos deben ser alojados en un herbario. Un material no o mal descrito es poco útil para estudios científicos y sólo ocuparía un lugar de más dentro del herbario. La forma general de realizar una descripción en los hongos agaricoides se describe en los trabajos de Guzmán (1977), CIFUENTES *et al.* (1986) y BRUNDRETT *et al.* (1995) entre otros. En el Apéndice I se presenta una guía que se recomienda para realizar una descripción de los ejemplares del género *Russula*.

Dentro de los caracteres macromorfológicos que han sido considerados como indispensables para su identificación se encuentran las dimensiones, forma y ornamentación del píleo, láminas y estípote, además de la consistencia de la trama (ROMAGNESI, 1967).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dependiendo de la habilidad de cada persona, es importante realizar dibujos o esquemas que representen las diferentes partes del basidioma, utilizando cualquier técnica de dibujo. Lo importante es representar de manera precisa su morfología, más que una reproducción artística. Actualmente, la fotografía en impresión, diapositiva o digital es de gran ayuda.

5.1.1.1. Basidioma

a) Tamaño. El tamaño de los basidiomas en el género *Russula* es variable, desde basidiomas muy pequeños hasta muy grandes. BAS (1969) estableció 5 categorías de tamaño, para el género *Amanita*, tomando como base el diámetro (\emptyset) del pileo. Estas categorías también se pueden aplicar al género *Russula*:

- Muy pequeño: < 30 mm de \emptyset .
- Pequeño: 30-50 mm de \emptyset .
- Mediano: 51-90 mm de \emptyset .
- Grande: 91-150 mm de \emptyset .
- Muy grande: > 150 mm de \emptyset .

b) Consistencia. Es importante apreciar y describir en términos precisos la variación en la consistencia de la mayoría de las especies del género. Casi siempre es quebradiza y granuloso-esponjosa. No obstante, algunos grupos (secciones y subsecciones) se caracterizan por presentar basidiomas duros y firmes y otros se distinguen por ser quebradizos y frágiles. La dureza o fragilidad de los basidiomas se debe observar preferentemente en ejemplares maduros, pero no viejos.

c) Porte o hábito. El porte del basidioma puede ayudar a reconocer algunos grupos (secciones y subsecciones). Se debe observar en ejemplares maduros:

- Armilarioide (con aspecto de *Armillaria*): láminas de cualquier tipo; estípite con anillo, sin volva.
- Higroforoide (con aspecto de *Hygrophorus*): láminas adheridas a decurrentes, gruesas y distantes; estípite sin anillo.
- Lactarioide (con aspecto de *Lactarius*): pileo infundibuliforme; láminas subdecurrentes o decurrentes; estípite relativamente corto (Fig. 10).
- Lepiotoide (con aspecto de *Lepiota*): láminas libres, estípite con anillo y sin volva.
- Pleurotoide (con aspecto de *Pleurotus*): estípite excéntrico, lateral o casi ausente.
- Pluteoide (con aspecto de *Pluteus*): láminas libres o subadheridas; estípite sin anillo y sin volva.
- Tricolomatoide (con aspecto de *Tricholoma*): láminas subadheridas o adheridas; estípite sin anillo (Fig. 11).

El porte tricolomatoide es el más difundido dentro del género; los portes higroforoide y lactarioide se presentan en la mayoría de las especies que tienen numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas; el porte pleurotoide, pluteoide, lepiotoide y armilarioide

generalmente se observan en especies tropicales y los dos últimos en taxa que presentan velo parcial o anillo.

5.1.1.2. Píleo

a) Diámetro (Ø). Se mide en los ejemplares maduros (con el píleo extendido, no considerar ejemplares inmaduros, con el píleo incurvado) y se reporta como un intervalo que incluya el ejemplar más pequeño y el más grande. Generalmente se reporta en milímetros. El diámetro se puede utilizar para expresar el tamaño del basidioma, siguiendo la nomenclatura propuesta por BAS (1969; ver tamaño del basidioma).

b) Forma (en vista lateral). Se debe observar la forma en el centro y en el margen del píleo, desde ejemplares inmaduros hasta los maduros. Generalmente el píleo es globoso o hemisférico en los ejemplares inmaduros y se torna convexo o aplanado al madurar, con el centro a menudo cóncavo, deprimido o umbilicado, aunque a veces también puede presentar un umbo, mamelón o papila en el centro. Cuando el margen se levanta mucho y adopta forma de embudo o cráter se dice que es infundibuliforme o crateriforme, respectivamente. Ver esquemas presentados por CIFUENTES *et al.* (1986).

c) Características del margen. Puede ser liso o con un patrón en forma de líneas radiales. Se debe observar en ejemplares inmaduros y maduros, no viejos. Además, es importante observar la longitud de las líneas (en mm) y se puede expresar en fracciones de la longitud del radio del píleo (p. ej., menos de 1/4, hasta 1/2 ó 3/4 del radio, etc.) o como un cociente de la longitud de las líneas/longitud del radio. Los principales tipos de patrones reconocidos son los siguientes:

- Liso: cuando no se observa un patrón de líneas radiales.
- Estriado: cuando se observan líneas rectas y superficiales o con ligeros rebordes en el patrón.
- Surcado: cuando el patrón forma líneas más profundas con rebordes o surcos.
- Surcado-plegado: cuando en los surcos se forman pliegues.
- Tuberculado: cuando en el patrón además de líneas, surcos o pliegues hay pequeñas verrugas asociadas a este. Generalmente este término va asociado con alguno de los anteriores (p. ej., estriado-tuberculado).

d) Forma del margen. En este género, se ha relacionado con la forma de las láminas en la unión con el píleo y se refiere a la forma que adquieren las láminas en la unión con el margen del píleo. La forma del margen nos ayuda a reconocer secciones y algunas subsecciones. Se reconocen básicamente dos tipos:

- Agudo: cuando la unión de las láminas con el margen del píleo forma una arista (Fig. 12).
- Obtuso o redondeado: cuando la unión de las láminas con el margen del píleo forma un arco convexo (Fig. 13).

En otros géneros de hongos agaricoides, generalmente se describe la forma del margen en una sección del pileo. Las principales formas de margen en sección son ilustradas por CIFUENTES *et al.* (1986).

e) Desprendimiento de la pileipellis o cutícula. Este es un carácter útil para reconocer algunas secciones y subsecciones, principalmente cuando se contrastan casos extremos (p. ej., no o poco desprendible vs. totalmente desprendible). Una forma sencilla de observar este carácter es realizar dos pequeños cortes en el margen del pileo, separados uno de otro aproximadamente 1-1.5 cm, y tirar de la pileipellis en dirección hacia el centro del pileo hasta que se desprenda. Se recomienda probar este carácter de preferencia en ejemplares no muy maduros y si es posible, dependiendo del material disponible, repetirlo varias veces. Se puede expresar en fracciones o porcentaje de la longitud del radio del pileo que se desprende hacia el centro (p. ej., desprendible menos de 1/4 ó 25% del radio, 1/2-3/4 ó 50-75% del radio, etc.).

f) Lustre. Únicamente se utiliza con fines descriptivos y no como un carácter para reconocer taxa. Sin embargo, se ha mencionado que existe cierta correlación entre el lustre y la estructura de la pileipellis. BON (1988) ha mencionado que los taxa que presentan el pileo brillante y viscoso generalmente tienen pileomacrocistidios, y los taxa que presentan el pileo opaco y seco generalmente tienen incrustaciones ácido-resistentes. La apreciación del lustre también depende mucho de la humedad relativa y del tipo de textura. Se observan dos tipos principales:

- Opaco: que no refleja la luz.
- Brillante: que refleja la luz.

g) Textura. Se siente al tocar la superficie del pileo con la yema de los dedos. Se puedan sentir los siguientes tipos:

- Seca.
- Sedosa: como tocar una tela de seda.
- Cerosa: como tocar una vela.
- Húmeda: como tocar una superficie mojada.
- Aceitosa: como tocar mantequilla.
- Viscosa: como tocar algo pegajoso.
- Glutinosa: como tocar la clara de huevo.

Debido a que la textura puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, se recomienda sentir la textura cuando no exista poca o demasiada humedad ambiental, debido a que si un material fue recolectado inmediatamente después de una fuerte lluvia, la textura puede sentirse viscosa o glutinosa, y por el contrario, si el ambiente está seco, la textura siempre será seca.

h) Ornamentación. La superficie del pileo (pileipellis) y también la del estípite (estípitipellis) muchas veces es lisa, pero también puede estar ornamentada. Se pueden encontrar los siguientes tipos:

- Glabro: carente de pelo.

- Ruguloso: finamente arrugado.
- Rugoso: arrugado.
- Rivuloso: marcado con líneas y ramificaciones en forma de río.
- Pruinoso: cubierto con pequeñas partículas en forma de polvo muy fino (como harina).
- Furfuráceo: cubierto con pequeñas partículas en forma de hojuelas pequeñas; escumuloso.
- Granuloso: cubierto con pequeñas partículas en forma de granos pequeños.
- Velutinoso: cubierto con pelos muy finos, cortos y erectos, como terciopelo.
- Pubescente: que tiene pelos blandos.
- Fibriloso: cubierto por fibras parecidas a seda.
- Flocoso: algodonoso.
- Tomentoso: que tiene una cubierta de pelos blandos y entrelazados.
- Escumuloso: que tiene pequeñas escamas.
- Escamoso: que tiene escamas.
- Escuarroso: áspero o escabroso y con escamas.
- Rimoso: agrietado, en todas direcciones o radialmente.
- Laciniado: como si estuviera cortado en forma de pequeñas rasgaduras marginales.
- Areolado: que tiene divisiones por grietas en áreas pequeñas.

5.1.1.3. Trama

También se le llama carne o contexto. En el género *Russula* la trama es homogénea en todo el basidioma, es decir, se continúa en el interior del estípite; por lo tanto, al anotar las características de la trama también se deben tomar en cuenta las que se presenten en el interior del estípite, pudiendo en este último caso ser hueco, con cavernas u oquedades, relleno o completamente sólido.

a) **Consistencia.** Ver consistencia del basidioma.

b) **Grosor.** En muchos hongos agaricoides el grosor de la trama en el píleo se mide en el centro del mismo. Sin embargo, en el género *Russula* se recomienda hacerlo en el margen, exactamente a la mitad del radio del píleo. Esto se debe a que en muchos casos no se observa una clara diferenciación entre la trama del píleo y la del estípite al tratar de medir en grosor en el centro del píleo. Generalmente se reporta en mm.

5.1.1.4. Láminas

a) **Unión.** Se pueden encontrar láminas libres o hasta casi decurrentes y aunque en la mayoría de las especies son desde casi libres a subadheridas, algunas especies se distinguen por presentar láminas más o menos decurrentes.

b) **Frecuencia.** La distancia entre una lámina y otra es un carácter distintivo de muchas especies y aun de algunas secciones o subsecciones. Se pueden encontrar especies cuyos basidiomas presentan láminas desde muy juntas hasta muy separadas. Sin embargo, la

apreciación puede variar de una persona a otra. Por lo tanto, se han propuesto varias formas de evaluar la frecuencia de las láminas en el género *Russula*:

- Contar el número de láminas que se presentan en un cm, ya sea en el margen del píleo (unión con el píleo), a 1 cm del margen o a una porción del radio del píleo (p. ej., a 1/4 del radio del píleo).
- Contar el número total de láminas que llegan al estípite en un píleo completo o en una porción del mismo (p. ej., 1/2 píleo).

ROMAGNESI (1967) propuso una fórmula para evaluar la frecuencia de las láminas:

$f = n/r$ donde n = número de láminas en un píleo completo y r = radio del píleo (en mm).

En todos los casos es importante señalar si el número de lamélulas se tomaron en cuenta o no para realizar los cálculos y evaluarse en el mayor número posible de basidiomas, todos maduros. Se recomienda utilizar la fórmula propuesta por ROMAGNESI (1967) debido a que la apreciación es menos subjetiva.

c) Bifurcaciones. La mayoría de las especies presenta en menor o mayor grado láminas bifurcadas o anastomosadas junto al estípite o junto al píleo. No obstante, observar si las bifurcaciones se presentan de manera consecutiva dos o tres veces a lo largo de las láminas es importante debido a que este carácter es distintivo de algunas especies y por lo tanto, nos podría ayudar a reconocerlas.

d) Lamélulas. Algunos grupos de especies se distinguen por presentar basidiomas con numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas. En estos casos es importante contar el número de lamélulas que se presentan entre dos láminas. Otros grupos presentan pocas lamélulas o carecen de ellas (Figs. 14-15).

e) Forma. En el caso del género *Russula*, la forma que adquiere la lámina en el extremo junto al margen del píleo es un carácter importante. Se recomienda observar este carácter en ejemplares maduros. Ver forma del margen en píleo.

f) Ancho. Se mide en la parte más ancha no importando donde se presente. Se reporta en milímetros. El grosor de las láminas también es un carácter distintivo de algunas especies. Sin embargo, la mayoría de las especies presentan láminas menores de 1 mm de grosor. Es importante anotarlo en especies con láminas gruesas (\approx 1 mm de grosor).

g) Consistencia. Casi la totalidad de las especies de *Russula* presentan láminas quebradizas. Sin embargo, un pequeño grupo de especies se distinguen por presentar láminas flexibles. Por lo tanto, es importante observar la consistencia de las láminas para distinguir a estas especies.

h) Forma del borde. En la mayoría de las especies el borde de las láminas es liso o entero. No obstante, en algunas especies el borde presenta una forma irregular, fimbriado, crenulado, crenado, aserrado, laciniado o punteado.

5.1.1.6. Estípite

a) Tamaño. Se mide en los ejemplares maduros (no considerar ejemplares inmaduros) y se reporta como un intervalo que incluya el ejemplar más pequeño y el más grande. Generalmente se reporta en milímetros.

b) Forma. La forma más generalizada del estípite es la cilíndrica u obclaviforme (inflada hacia la base). Algunas especies también presentan estípite ventricoso (inflado en la parte media). Es importante observar si la base es atenuada o radicante.

c) Ornamentación. Ver ornamentación del píleo. Un gran número de especies presentan la superficie del ápice pruinosa y el resto rugulosa o estriada longitudinalmente. Si presenta algún tipo de ornamentación es importante describirla, anotar su color y señalar si se presenta en forma localizada o a todo lo largo del estípite.

d) Velo. En un sentido amplio, el velo se ha considerado de gran importancia en la taxonomía de los hongos agaricoides. Diferentes estructuras, como la volva, velo pelicular, cortina, velo marginal y anillo, se han incluido dentro del término velo (SINGER, 1986). Ciertas especies del género *Russula* presentan un velo marginal bien desarrollado y a menudo estos taxa están más relacionadas filogenéticamente con otros taxa sin velo que con los que lo presentan (MILLER *et al.*, 2001). La formación de velo marginal se debe al encurvamiento del margen con lo cual, las capas superficiales del ápice del estípite entran en íntimo contacto con los tejidos del margen del píleo. Posteriormente, cuando el píleo se expande, la separación tiene lugar exactamente en el punto de contacto original, donde parte del tejido marginal forma parte en la formación de un órgano constituido principalmente por excrescencias de hifas del margen del píleo y del estípite, las cuales se dilatan por la reapertura del margen. Si la separación final toma lugar cerca de la superficie del estípite, el velo marginal puede quedar colgado o adherido al margen del píleo; sin embargo, si la separación tiene lugar más hacia el margen del píleo, se puede formar un anillo que permanece sobre el estípite. En el primer caso es llamado velo apendiculado del margen y en el segundo caso anillo marginal del estípite (SINGER, 1986).

En los hongos agaricoides se puede presentar restos del velo universal o parcial en forma de volva o anillo respectivamente. En el género *Russula* el velo puede presentarse como un anillo sobre el estípite o como ornamentaciones sobre la superficie o margen del píleo y en la base del estípite. La mayoría de las especies que presentan anillo se desarrollan en zonas tropicales. En las regiones templadas es más frecuente encontrar especies sin velo o únicamente con restos flocosos, fibrilosos o escamosos.

e) Interior. El interior del estípite en *Russula* puede ser sólido o relleno, cavernoso, fistuloso o hueco. La mayoría de los grupos lo presentan sólido o relleno. Sin embargo, algunos grupos o especies se distinguen por presentarlo cavernoso, fistuloso o hueco.

5.1.2. Caracteres micromorfológicos

La forma más apropiada para estudiar las estructuras microscópicas del género *Russula* se describen en los trabajos de BON (1971) y BUYCK (1991a, 1991b). La diversidad morfológica de

las estructuras microscópicas en *Russula* ha dado pie a una rica terminología (ROMAGNESI, 1967; SINGER, 1986; BUYCK, 1991a, b) y aunque los caracteres micromorfológicos se han vuelto más importantes en las últimas décadas, las actuales clasificaciones propuestas para el género *Russula* se han basado en gran medida en algunos caracteres macroscópicos. Por lo tanto, es necesario explotar aun más los caracteres micromorfológicos para facilitar el reconocimiento y la determinación de varios taxa. Además, se recomienda realizar buenas ilustraciones de las estructuras microscópicas, como un requisito para poder realizar una verdadera comparación y correcta interpretación de los caracteres (LARGENT *et al.*, 1977; BUYCK, 1991a, 1991b).

5.1.2.1. Basidiosporas

a) Tamaño. El tamaño de las basidiosporas siempre se ha considerado como uno de los caracteres más importantes para reconocer a las especies y por lo tanto la mayoría de los micólogos ponen mucha atención sobre este carácter. Se recomienda medir por lo menos 20-30 basidiosporas de una esporada, o si se carece de ésta, medir las esporas que se encuentran adheridas a la superficie del estípite o del píleo, debido a que en una preparación obtenida directamente de la lámina, las basidiosporas presentan mayor intervalo de variación. Es importante calcular los valores promedio.

b) Forma. La forma general de las basidiosporas varía desde subglobosa hasta elíptica. No obstante, el término de elíptica o subglobosa se ha utilizado sin una definición precisa. Por lo tanto, es indispensable calcular el cociente largo/ancho (Q) con base en al menos 20-30 basidiosporas y tener así una idea más precisa del término. Para el género *Russula*, el intervalo promedio varía de 1.05-1.50. La clasificación propuesta por BAS (1969) para describir la forma de las basidiosporas en el género *Amanita* también es útil para describir las de *Russula*:

- Globosas: Q = 1.00-1.05
- Subglobosas: Q = 1.06-1.15
- Anchamente elípticas: Q = 1.16-1.30
- Elípticas: Q = 1.31-1.60
- Elongadas: Q = 1.61-2.00
- Cilíndricas: Q = 2.01-3.00
- Baciliformes: Q = >3.00

c) Ornamentación. Es uno de los caracteres más importantes que ayuda a definir a ciertas especies. Para observarla es necesario montar las basidiosporas en reactivo de MELZER. La ornamentación se observa de un color azul a púrpura negruzco (amiloide) y aparentemente existe una gran variedad de patrones de ornamentación, lo que a menudo dificulta su descripción. Sin embargo, recientemente se ha observado que la variación en la forma de los elementos que conforman la ornamentación es pequeña y más bien, estos elementos se presentan en una gran variedad de combinaciones lo que hace aparentar un gran de patrones o tipos de ornamentación (BUYCK, 1991a). Varios especialistas en el género *Russula* han desarrollado su propia terminología para describir los diferentes tipos de ornamentación.

Taxonomía

SINGER (1935, 1986) estableció de ocho a doce tipos principales de ornamentación para las basidiosporas de los Agaricales, los cuales designó con números romanos:

- I: Crestas gruesas y bandas formando un retículo.
- II: Crestas, líneas delgadas y verrugas formando un retículo.
- III: Verrugas y espinas conectadas formando un retículo, a) con un retículo completo, b) con un retículo incompleto.
- IV: Verrugas y espinas conectadas por líneas delgadas, sin formar un retículo o un fragmento de éste.
- V: Verrugas y espinas con algunas líneas delgadas y cortas que no se unen con otras verrugas o espinas.
- VI: Verrugas y espinas completamente aisladas.
- VII: Puntuaciones con líneas cortas y delgadas que a veces se tocan o cruzan entre sí.
- VIII: Verrugas catenuladas generalmente muy juntas entre sí o conectadas en hilera, semejando cadenas.
- IX: Lisas.
- X: Crestas longitudinales, a menudo ligeramente dispuestas en espiral o algo anastomosadas.
- XI: Verrugas o cilindros cortos que perforan la pared o una capa lisa con escasas proyecciones.
- XII: Superficie irregularmente rugoso-verrugosa.

Únicamente los tipos IX, X, XI, y probablemente el XII no se presenten en *Russula*.

BON (1971) desarrolló un sistema para designar los tipos de ornamentación en el género *Russula*, utilizando una combinación de números (altura de la ornamentación) y letras (frecuencia de líneas y reticulaciones):

- 1: Ornamentación poco visible en corte óptico.
- 2: Ornamentación más o menos de 0.5 μm de altura.
- 3: Ornamentación de 1 μm de altura o más.
- A: Verrugas o espinas completamente aisladas.
- B: Algunas verrugas o crestas cortas unidas.
- C: Crestas alineadas y ramificadas (libres).
- D: Retículo completo o sin verrugas libres.

Por ejemplo: 1A = basidiosporas con puntuaciones aisladas. 2B = basidiosporas con algunas verrugas unidas por finas líneas, sin formar un retículo parcial. 3C = basidiosporas con espinas y crestas unidas por líneas o bandas, formando un retículo parcial.

PEGLER y YOUNG (1981) reconocen cinco tipos para *Russula* y *Lactarius* que designan con letras:

- A: Sin conexiones; (i) verrugas pequeñas (< 0.5 μm), (ii) verrugas grandes (0.5 - 1.0 μm), (iii) espinas (> 1 μm).
- B: Conexiones que unen no más de tres verrugas.

- C: Conexiones que unen tres o más verrugas, catenuladas, sin una red.
- D: Reticulo pobremente desarrollado, con una a tres aberturas de malla.
- E: Más de tres aberturas de malla, (i) reticulo parcial, (ii) retículo completo, (iii) reticulo alado.

Desafortunadamente, estos sistemas alfa-numéricos utilizados para designar el tipo de ornamentación reducen las posibles combinaciones de ornamentación a sólo unos cuantos tipos. Además, los diferentes términos descritos en la literatura y que son utilizados en la descripción de la ornamentación, se aplican de distinta forma y en un concepto diferente dependiendo del autor. Se recomienda describir la ornamentación de las basidiosporas utilizando terminología uniforme y describir por separado las unidades ornamentales (elementos o unidades) de su arreglo sobre la superficie de la basidiospora (diseño).

d) Placa. La placa es el área situada arriba del apéndice hilar. En la literatura extranjera recibe varios nombres: "suprahilar area" (área suprahilar), "suprahilar plage" (placa suprahilar) o "tache hilaire" (mancha hilar). Sin embargo, se ha mencionado que estos términos no son apropiados debido a que el hilum se localiza hacia la parte dorsal o abaxial del apéndice.

El grado de amiloidía de la placa (Figs. 17-18) es un carácter importante para reconocer grandes grupos dentro del género. BUYCK (1991a) considera que la presencia de la placa no amiloide es una condición ancestral; no obstante, también señala que la placa amiloide probablemente se originó varias veces y que más bien está relacionada con la altura de la ornamentación, en el sentido de que una placa fuertemente amiloide se encuentra en basidiosporas con ornamentación por arriba de 1.5 μm de altura. Sin embargo, no todas las basidiosporas con una ornamentación alta presentan placa amiloide y viceversa.

5.1.2.2. Basidios

En contraste con la importancia que reciben los basidios en el estudio de los Aphyllophorales, los basidios en hongos agaricoides casi nunca han sido tomados como un carácter taxonómico de gran relevancia. Sin embargo, BUYCK (1991a) ha observado que en *Russula* el tamaño, la forma y el número de esterigmas son caracteres importantes para reconocer diferentes taxa.

a) Tamaño. ROMAGNESI (1967) fue el primero en considerar que la talla de los basidios es un carácter importante para reconocer grupos dentro del género. Se ha observado que los basidios presentes cerca del borde de la lámina generalmente son más pequeños a los ubicados en los lados de la lámina o en la parte del himenio junto al contexto. Se recomienda medir por lo menos 20-30 basidios a lo largo de toda la lámina y calcular sus dimensiones promedio, sin incluir la longitud de los esterigmas en la longitud del basidio.

b) Forma. Casi siempre se ha considerado que los basidios en las especies del género son claviformes y en las descripciones generalmente nunca se ilustran. No obstante, recientemente BUYCK (1991a) ha observado que la forma de los basidios puede ser diferente dentro de los distintos taxa del género. Desafortunadamente, aun no existe la terminología adecuada para designar las diferentes formas, y por lo tanto la alternativa es ilustrar los diferentes tipos de

basidios como una guía para su descripción. BUYCK (1991a) ha sugerido que los basidios pequeños, casi cilíndricos y delgados son los que presentan la condición ancestral, y una progresiva inflación y/o elongación resulta en varias series de basidios derivados.

c) **Esterigmas.** El número de esterigmas por basidio es importante a nivel de especie. La mayoría de las especies presentan basidios con cuatro esterigmas y únicamente algunas presentan basidios con dos esterigmas. El tamaño de los esterigmas es un carácter distintivo de algunas especies o grupos de especies, por lo que se recomienda medir su tamaño. BUYCK (1991a) considera que la reducción en el número de esterigmas es una condición derivada.

5.1.2.3. Cistidios

En un sentido amplio, el término cistidio ha sido aplicado a casi cualquier tipo de elemento estéril presente en las láminas o en las capas superficiales del basidioma, y que son morfológica o químicamente diferentes de otros elementos. Los cistidios han recibido varios nombres para ser designados y clasificados dependiendo de su posición sobre el basidioma, o de ciertos caracteres químicos, micromorfológicos u ontogenéticos. Sin embargo, la interpretación de cada nombre ha variado de un autor a otro. En este caso en particular, el término se aplica a los cistidios "típicos" de la familia Russulaceae: macrocistidios. Se distinguen de otro tipo de cistidios porque presentan contenidos refringentes en KOH, con apariencia granulosa o en forma de cristales y generalmente se tornan de un color pardo, pardo-púrpura, púrpura, azul, gris o negro en reactivos ácido-aldehídicos [p. ej., sulfoformol, SV, clorovainillina o SBA; Figs. 19-20].

En el género *Lactarius* se presenta, además de los macrocistidios, otro tipo de elemento estéril llamado pseudocistidio. Los pseudocistidios se distinguen de los macrocistidios porque ontogenéticamente se originan de las hifas laticíferas, mientras que los macrocistidios se originan de las células del subhimenio o hifas conectivas de la trama laminar. Prácticamente los pseudocistidios son terminaciones de las hifas laticíferas que se proyectan en el himenio. Un carácter microscópico que distingue a *Russula* de *Lactarius* es la presencia de pseudocistidios en este último género.

Para reconocer los diferentes tipos de macrocistidios que se presentan en *Russula* hay que tomar en consideración las siguientes características:

- Forma general y diferenciación apical.
- Grosor de la pared y presencia de incrustaciones.
- Reacción de la pared o de las incrustaciones con azul de cresil.
- Naturaleza de los contenidos.
- Reacción de los contenidos con reactivos específicos (ácido-aldehídicos).
- Punto de inserción (subhimenio o trama laminar).
- Proyección o emergencia más allá de los basidiolos.

BUYCK (1991b) propone estimar el número de cistidios himeniales en una determinada área. Esto se puede facilitar si se cuentan los cistidios que se observen en el rectángulo que se delimita en algunos tipos de oculares fotográficos. Para una comparación, se debe calcular el

número de cistidios por mm^2 , a una distancia no menor de $400 \mu\text{m}$ del borde de las láminas. En el caso de especies con láminas menores de 4 mm de ancho se calcula el número de cistidios a la mitad del ancho de la lámina. Las categorías establecidas son las siguientes:

- Acistidiados (0 cistidios/ mm^2).
- Ampliamente dispersos ($< 350/\text{mm}^2$).
- Dispersos (351-700/ mm^2).
- Moderadamente numerosos (701-1500/ mm^2).
- Numerosos (1501-3000/ mm^2).
- Abundantes ($> 3000/\text{mm}^2$).

Este mismo autor ha observado que la variación intraespecífica en el número de cistidios himeniales es baja (generalmente no excede de 500 unidades por mm^2), y por lo tanto son útiles las categorías establecidas. El número máximo de cistidios que hasta el momento se han observado es de más o menos 5000 cistidios/ mm^2 .

BUYCK (1991a) propuso que los cistidios muy abundantes o de forma cilíndrica, poco sobresalientes, con contenidos pobremente diferenciados y de morfología simple son los más ancestrales.

Por la posición que ocupan a lo largo de las láminas, los cistidios himeniales han sido clasificados en pleurocistidios y queilocistidios. En general, se designa pleurocistidio a los macrocistidios que ocupan los lados de las láminas y queilocistidio a los que ocupan la región del borde de las láminas. Normalmente, los queilocistidios son de menor tamaño que los pleurocistidios y a veces pueden ser morfológicamente diferentes.

5.1.2.4. Células marginales

Además de los cistidios típicos de los Russulaceae, existe otro tipo de elemento estéril cerca del borde de las láminas, que en este caso en particular se designan células marginales. Se presentan en el borde de las láminas de muchas especies de *Russula* y son parecidas a las células terminales de la pileipellis y estipitipellis, con las cuales forman una capa continua.

Este tipo de elemento ha sido nombrado de diferentes maneras por varios autores (p. ej., queilocistidio, queiloleptocistidio, etc.). Las células marginales son morfológicamente diferentes de los macrocistidios típicos de los Russulaceae. No presentan contenidos refringentes y en caso de presentarlos, éstos no reaccionan con reactivos ácido-aldehídicos. Son similares a los elementos terminales del píleo, no sólo en su morfología y dimensiones, sino a menudo también en la presencia de los mismos pigmentos. Las células marginales y los cistidios no son mutuamente excluyentes. Sin embargo, generalmente un tipo de elemento es el que domina.

En cuanto a la estructura del borde de la lámina han sido propuestas al menos dos alternativas clasificatorias:

- Fértil: únicamente se presentan basidios maduros e inmaduros.

- Heterogéneo: se presentan queilocistidios y/o células marginales junto con basidios fértiles.
- Estéril: se presentan únicamente queilocistidios y/o células marginales, formando una capa completamente estéril, sin basidios.

MAIRE (*in* SINGER, 1986) propuso designar al borde:

- Heteromorfo: cuando es estéril por la presencia de cistidios que no se presentan a los lados de las láminas. SINGER (1986) designó como inversamente heteromorfo cuando el borde está completamente libre de cistidios.
- Subheteromorfo: cuando es estéril debido a la densidad del mismo tipo de cistidios que son escasos entre los basidios de los lados de las láminas.
- Homomorfo: cuando el himenio del borde de las láminas no es diferente en estructura al de los lados.

5.1.2.5. Subhimenio

La capa de células que constituyen el subhimenio no ha sido utilizada como un criterio taxonómico importante. En la mayoría de las especies presenta un aspecto pseudoparenquimatoso, sin embargo, hasta ahora no se han realizado estudios para conocer si existen variaciones morfológicas significativas que puedan ser útiles en el reconocimiento y distinción de grupos o especies dentro del género.

5.1.2.6. Trama

Microscópicamente, la trama tampoco es un carácter taxonómico que hasta ahora se haya utilizado en la clasificación infragenérica de *Russula*. Su estructura es el carácter distintivo de la familia Russulaceae. Es llamada heterómera, debido a que está constituida por dos principales tipos de células: 1) los esferocitos o esferocistos, que le confiere la estructura granuloso-esponjosa y quebradiza, característica de todos sus miembros; y 2) las hifas normales o conectivas.

5.1.2.7. Pileipellis

Para ubicar cualquier especie del género *Russula* es indispensable realizar un estudio microquímico y micromorfológico detallado de la pileipellis. Parte de la clasificación infragenérica de *Russula* también se ha basado en el estudio de las reacciones químicas de ésta. Comúnmente se utilizan reactivos ácido-aldehídicos para la identificación de pileomacrocistidios (e hifas oleíferas de la estipitipellis). Se puede utilizar SV (algunos cristales de vainillina en una gota de ácido sulfúrico (H_2SO_4 al 50%), que da una reacción de color azul a gris oscuro o café-grisáceo oscuro; en algunas especies la reacción es de color ligeramente grisáceo o más pálida y entonces se considera que es una reacción negativa (SV-). El SBA (partes iguales de H_2SO_4 al 80% y benzaldehído, respectivamente) da una reacción de color evidentemente negruzca. Se considera que el sulfopiperonal (partes iguales de H_2SO_4 al 80% y piperonal, respectivamente)

produce una reacción más fuerte y se puede utilizar en los casos de especies con reacción ligera o dudosa. También, se debe observar su estructura y composición. Generalmente se utiliza rojo Congo amoniacal para teñir las hifas de los materiales herborizados. Cortes radiales o tangenciales permiten el estudio de las diferentes capas y la orientación de sus elementos.

a) Estructura. De acuerdo con ROMAGNESI (1967), teóricamente se pueden distinguir tres capas en la pileipellis de las especies del género *Russula*. La más profunda, llamada hipodermio por SCHÄFFER (1952), esta constituida por hifas conectivas en contacto directo con los esferocitos más superficiales de la trama y a menudo contiene hifas oleíferas, que se reconocen por presentar contenidos similares a los de los macrocistidios. La capa intermedia, llamada cutis, es la pileipellis propiamente dicha. La capa más superficial, llamada epicutis, a veces es discontinua y está constituida por las terminaciones de las hifas de la cutis.

En las especies relacionadas con *R. foetens* (subsección *Foetentinae*), se pueden diferenciar claramente las tres capas en la pileipellis: el hipodermio, que es grueso, compacto, con hifas alantoides a menudo dispuestas más o menos paralelas y que además, contiene hifas oleíferas; la cutis, diferenciada por su estructura entremezclada, con numerosos espacios ópticamente vacíos, en gran parte gelatinizados y la epicutis, que es una palizada de hifas que corresponden a las hifas terminales no gelatinizadas de la cutis. En las dos últimas capas se pueden observar bien los pileomacrocistidios, los cuales no tienen ninguna relación con las hifas oleíferas de la subcutis. Sin embargo, la diferenciación entre las tres capas a menudo no es tan clara en otras especies y con frecuencia no se llega a observar una distinción entre la cutis y la subcutis, o entre la subcutis y la trama. En estos casos, lo más apropiado sería hablar únicamente de dos capas, la cutis y la epicutis. No obstante, la distinción entre estas dos capas a menudo también es solamente teórica (ROMAGNESI, 1967). La orientación de las hifas nos puede ayudar a reconocerlas: las hifas se ubican de manera más o menos horizontal en la cutis o hipodermis y perpendicular o verticalmente en la epicutis.

La terminología empleada para estas tres capas en ocasiones varía de un autor a otro. ROMAGNESI (1967) propuso reemplazar el término de hipodermio por subcutis. SINGER (1986) utilizó los términos de epicutis, subcutis e hipodermio. BUYCK (1993, 1994) utilizó el término de suprapellis para la epicutis y subpellis para la cutis o subcutis. En el presente trabajo se sigue esta última terminología.

b) Composición. En los casos más simples, la suprapellis (= epicutis) es homogénea y únicamente incluye terminaciones hifales. En muchos casos, las células que componen las hifas terminales están ligeramente modificadas en forma y dimensión y se presentan en todas las especies del género. Los elementos de las terminaciones hifales pueden ser voluminosos, ramificados, delgados, grandes, con septos distantes o cercanos, cilíndricos, atenuados en el ápice, claviformes, capitados, subulados, etc. Sin embargo, pocas especies presentan únicamente terminaciones hifales en la suprapellis. En muchos casos, se presentan elementos diferenciados, entre los que destacan los pileomacrocistidios, las hifas primordiales y las crines.

Es importante señalar que los elementos de la suprapellis no siempre se distribuyen en forma homogénea sobre la superficie del pileo. Algunos elementos se pueden presentar únicamente en la región central del pileo o solo en la marginal. Por lo tanto, es importante

examinar porciones de la región central y marginal del pileo por separado y observar si existen diferencias tanto en la presencia/ausencia de los elementos como en su forma y dimensión.

c) Pileomacrocistidios. Los cistidios que se pueden presentar en la pileipellis son análogos a los cistidios que se presentan en el himenio y su presencia/ausencia es fundamental en el reconocimiento de los grupos del género *Russula*. Presentan contenidos en forma de gránulos o cristales y se tornan de color negruzco en reactivos ácido-aldehídicos (Fig. 21). Esta micro-reacción únicamente se observa con claridad en material fresco. En el material herborizado la reacción no siempre es constante y a menudo toma una coloración gris claro o casi nula. Por lo tanto, no sólo se deben utilizar los reactivos ácido-aldehídicos para tratar de observar los pileomacrocistidios. Con bases, como el NH_3 , NH_4^+ o hidróxido de potasio (KOH), los contenidos de los pileomacrocistidios se observan refringentes y de un color amarillento más o menos brillante. Además, su forma a menudo es muy distintiva y pueden distinguirse de las terminaciones hifales, crines, hifas primordiales o hifas oleíferas de la subpellis.

Los pileomacrocistidios pueden presentar un apéndice o un capítulo distintivo en su parte apical o presentar divertículos laterales. Algunos son unicelulares y otros presentan varios septos. Los pileomacrocistidios no septados generalmente son claviformes o fusiformes y los septados a menudo son más largos, en general subcilíndricos y los septos pueden ser escasos o numerosos. Algunos pileomacrocistidios, especialmente los septados, pueden estar ramificados.

Para la observación de los pileomacrocistidios se emplean reactivos ácido-aldehídicos (generalmente SV o SBA). Sobre un portaobjetos se colocan algunos cristales de vainillina en una gota de H_2SO_4 al 50% y se espera hasta que se disuelvan los cristales (o directamente en una gota de SBA). Posteriormente se introducen directamente los cortes de la pileipellis en el reactivo, se coloca el cubreobjetos y se observa directamente bajo el microscopio. Los contenidos se tornan de un color pardo, pardo-púrpura, púrpura, azul, gris o negro, dependiendo del reactivo.

d) Hifas primordiales. MELZER (1934) designó bajo el nombre de hifa primordial a una hifa muy larga, pluri- o multiseptada, cilíndrica, a veces ramificada (sobre todo hacia la base), en general progresivamente atenuada hacia su parte terminal, a menudo con pared refringente, jamás de pared gruesa, hialina, con pigmento vacuolar o granulaciones amarillentas poco distintivas. Las hifas primordiales se distinguen de los pileomacrocistidios, especialmente de los septados, en que sus contenidos no se tornan de color gris o negruzco en reactivos ácido-aldehídicos, generalmente son más largas, de origen más profundo, a menudo están ramificadas, los septos se presentan más distanciados, el ápice a menudo es atenuado y nunca es capitulado o apendiculado. De las terminaciones hifales se diferencian en que están cubiertas de una sustancia cerosa, de color amarillo pálido, que la SV puede o no hacer virar a un color rojo grosella y que se puede observar tal cual en preparaciones montadas en agua o en H_2SO_4 al 50% o en menor concentración. El NH_3 , NH_4^+ , KOH y el reactivo de MELZER disuelven instantáneamente esta sustancia. Se les nombra hifas primordiales incrustadas o con incrustaciones ácido-resistentes debido a que aparecen como hifas incrustadas por esta sustancia después de practicar el método bacteriológico de la ácido-resistencia. La sustancia a menudo presenta el aspecto de un exudado formado por una multitud de pequeñas gúttulas sobre la pared o dispuesto en forma de anillos sucesivos separados por zonas un poco más claras. También puede observarse como gotas o

esférulas más grandes más o menos dispersas, no adheridas a la pared, pero en general rodeando a las hifas primordiales.

Para la observación de las incrustaciones ácido-resistentes de las hifas primordiales (y de los pileomacrocistidios con contenidos o incrustaciones ácido-resistentes), se emplea el método diferencial de MELZER (tinción con fucsina y decoloración con ácido clorhídrico). Sobre un portaobjetos se coloca una gota de fucsina de ZIEHL (fucsina básica al 1% en solución acuosa de fenol al 5%) y se introducen los cortes de la pileipellis para su tinción durante 5-10 minutos; después, los cortes se transportan a una gota de agua y se lavan durante algunos segundos para quitar el exceso de fucsina; posteriormente, los cortes se transportan a una gota de ácido clorhídrico al 2-10% para su decoloración y observación. Los cortes se decoloran por agitación y únicamente las incrustaciones externas de ciertas hifas (y a veces algunas vacuolas internas de los pileomacrocistidios) permanecen teñidas de color rojo o rojo-púrpura (incrustaciones ácido-resistentes; Fig. 22). Es importante observar el grosor y la disposición de las incrustaciones, y no confundirlas con algunos pigmentos vacuolares internos de color rojo, bacterias ácido-resistentes o "basura" que se tiñe de color rojo-púrpura.

Las hifas primordiales son típicas de la sección *Lilaceae* (grupo de *R. lilacea*, *R. rosea*, *R. lutea* y *R. amethystina*) y están ausentes en el resto de las secciones. En algunos grupos se presentan elementos morfológicamente intermedios entre los pileomacrocistidios y las hifas primordiales. Estos elementos son morfológicamente parecidos a los pileomacrocistidios pero presentan contenidos ácido resistentes y otros presentan incrustaciones similares a las de las hifas primordiales.

e) Crines. En el grupo de *R. heterophylla* y *R. vesca* se presenta un tipo de hifa terminal muy particular llamada "crin" por ROMAGNESI (1967) o "dermatocistidio ciliado" por SINGER (1986). Este tipo de hifa terminal se distingue por ser un elemento delgado, progresivamente atenuado hacia el ápice, de pared gruesa hasta el punto de que el lumen central desaparece en su parte superior y la pared presenta un pigmento de color pardo amarillento.

f) Pigmentos. SINGER (1986) reconoce tres tipos principales de pigmentos para los Agaricales:

- Intracelular:
 - + Presente en células vivas:
 - Localizado en el citoplasma.
 - Vacuolar.
 - + Aparece después de la muerte de las células: necropigmento.
- Intraparietal
- Intercelular

Los pigmentos en el género *Russula* son esencialmente intracelulares. El más generalizado es el de tipo vacuolar. El pigmento intraparietal es más raro.

Para definir la naturaleza de los pigmentos es necesario realizar cortes de la pileipellis en material fresco y observar simplemente en agua. Pocas veces se observa su naturaleza en ejemplares

herborizados, como en el caso del grupo de *R. nigricans* (sección *Compactae*), donde el pigmento es muy distintivo (vacuolar y de color pardo oscuro) en los ejemplares maduros y herborizados, y en especial en las partes coloreadas y maltratadas. BON (1988) consideró a este tipo de pigmento como "necropigmento", mientras que ROMAGNESI (1967) lo consideró vacuolar.

5.1.2.8. Estipitipellis

La superficie del estípite está constituida principalmente por hifas conectivas y algunos elementos diferenciados. Generalmente se observan macrocistidios análogos a los de la *pileipellis* y del himenio: caulomacrocistidios. Las hifas primordiales son raras. También es frecuente observar hifas oleíferas las cuales, en ocasiones son difíciles de diferenciar de los caulomacrocistidios.

Es importante observar si existen elementos diferenciados (como en el caso de la *pileipellis*) y en especial si se presentan caulomacrocistidios o hifas oleíferas y la respuesta de sus contenidos a reactivos ácido-aldehídicos, ya que esto ha sido utilizado como un carácter diferencial entre grupos.

5.2. COLOR

5.2.1. Píleo

Es necesario conocer el color que presenta el píleo desde los basidiomas inmaduros hasta los maduros y a veces en los viejos. Las diferencias de color en el centro y en el margen son importantes. El tener un criterio de interpretación es importante, especialmente en algunos colores como el rojo. Por lo tanto, los nombres deben ser referidos a nombres de colores claramente definidos o códigos de color estandarizados. Se recomienda hacer las anotaciones con luz solar o si se emplea luz artificial se aconseja que se utilice una fuente que se asemeje más a la luz solar (p. ej., fuente de iluminación de "luz de día").

5.2.2. Trama

Por lo general es de color blanco o blanquecino, con tonos del mismo color del píleo bajo la *pileipellis*. Es importante observar cualquier cambio de color ya sea al corte o al maltrato. Los principales cambios que se pueden presentar son a amarillo, rojo, pardo, gris o negro, y no siempre son inmediatos. Por lo tanto, es importante esperar al menos 30 minutos para observar un posible cambio después del corte o el maltrato. Ver color del píleo.

5.2.3. Láminas

El color de las láminas es un carácter relativamente importante a nivel de subsección o especie. Puede ser desde blanco hasta amarillo-anaranjado. Se recomienda observarlo en ejemplares

maduros. Nos puede dar una idea del posible color de las basidiosporas. Sin embargo, es importante hacer notar que el color de las láminas no siempre es un indicativo del color de la esporada. En algunas especies, el borde de las láminas puede presentar el mismo color que el pileo y en estos casos es importante anotarlo, a igual que cualquier posible cambio de color al corte, al maltrato o con la edad. También es importante ver si el borde también presenta una coloración diferente al resto de la lámina.

5.2.4. Esporada

Al igual que el sabor de la trama, el color de la esporada es uno de los caracteres básicos para la clasificación y determinación de cualquier material de *Russula*. Buena parte de la clasificación del género se basa en él. El color de la esporada en el género *Russula* puede variar desde un color blanco hasta un amarillo-anaranjado, pasando por el crema y el ocre. Existen dos códigos de colores estandarizados de amplio uso entre los estudiosos del género: el código de CRAWSHAY (1930; Fig. 16) y el de ROMAGNESI (1967). Debido a que actualmente el código de CRAWSHAY es poco accesible, se han realizado algunas reproducciones en publicaciones más accesibles (p. ej., BUCZACKI, 1989; KIBBY, 1993). El código de ROMAGNESI es relativamente más accesible por las recientes ediciones y reimpresiones de su obra. RAYNER (1969) comparó la correspondencia entre los códigos más importantes (Tabla 3).

Para obtener una esporada se debe utilizar un basidioma fresco (no maltratado ni muy maduro o viejo). La obtención se debe realizar inmediatamente después de regresar del campo. Se corta el estípite a nivel de la unión con las láminas y el pileo se coloca sobre una tarjeta u hoja de papel blanco. Se cubre con un recipiente de vidrio invertido o, si el tamaño lo permite, se coloca dentro de una caja de PETRI y se deja por un período de 16-24 horas, dependiendo del estado de madurez de las láminas. Las basidiosporas serán liberadas y producirán un patrón coloreado (blanco, crema o amarillo) sobre el papel. Con la ayuda de una pequeña espátula o un cubreobjetos se recoge una porción de las basidiosporas y se colocan sobre un portaobjetos, formando un pequeño montículo. Finalmente, se coloca un cubreobjetos sobre el montículo y se contrasta sobre una código de colores estandarizados.

El color observado en una esporada recién formada es susceptible de cambios al deshidratarse. En algunas especies de *Russula* con esporada blanca, ésta puede eventualmente oscurecerse a un color crema u ocráceo en el herbario.

En el presente trabajo se sigue la nomenclatura utilizada por ROMAGNESI (1967) para designar el color de la esporada en *Russula*: blanco, crema, ocre o amarillo (Tabla 3).

5.2.5. Estípite

Ver color del pileo. Las diferencias de color a lo largo del estípite y el de las ornamentaciones (cuando se presentan) son importantes.

Tabla 3. Correspondencia aproximada entre algunos códigos de color

CRAWSHAY (1930)*	SCHÄFFER (1952)*	BUZACKI (1989)*	KIBBY (1993)*	ROMAGNESI (1967)	METHUEN (KORNERUP y WANSCHER, 1978)
A	A	A	A	Ia (blanco)	2-3A1
		B	B	Ib (blanquecino)	2-3A2
B		C	C	IIa (crema blanquecino)	2-3A3
C	B		D	IIc (crema)	3-4A3
D	D	D			
E	E	E	E	IIId (crema obscuro)	3-4A4
	F			IIIa (ocre pálido)	3-4B4
F		F	F	IIIc (ocre obscuro)	4-5AB4-5
		G	G	IVa (amarillo pálido)	4-5AB5
G	G			IVc (amarillo)	4-5B6
H	H	H	H	IVe (amarillo brillante)	4-5B7-8 (amarillo o amarillo oro)

* En estos códigos no existe una exacta correspondencia entre las letras de los mismos debido a la diferente calidad de las impresiones.

5.3. CARACTERES ORGANOLÉPTICOS

5.3.1. Olor

Es un carácter importante para reconocer algunos grupos. Sin embargo, la percepción puede variar de una persona a otra. Por lo tanto, es aconsejable relacionarlo con aromas conocidos o familiares y percibirlo en ejemplares inmaduros y maduros, no en los viejos. En el género *Russula* puede ser agradable o no, parecido a almendras amargas, anís, frutas, geranio, hongo, limón, maíz crudo, malta, nuez, carne cruda, espermático, pelos quemados, pescado, queso, benzaldehído, cera, cloro, yodoformo, trimetilamina, etc.

5.3.2. Sabor

5.3.2.1. Trama

Es uno de los caracteres más importantes. Es difícil determinar un material si no se conoce el sabor de la trama y en ocasiones el de las láminas. Es importante detectarlo en los diferentes

estados de maduración del basidioma. Una buena parte de la clasificación taxonómica del género *Russula* se basa en este carácter. Se distinguen dos grupos principales: las especies dulces y las especies picantes. Sin embargo, también existen especies con sabor amargo, mentolado, nauseabundo o similar al olor de la trama. La apreciación del sabor puede variar dependiendo de la sensibilidad de la persona. No obstante, se recomienda gustar un trozo pequeño durante al menos 30 segundos y después escupirlo. También se recomienda probar por separado las láminas.

5.3.2.2. Láminas

Para algunos autores, el sabor de las láminas es un carácter importante (p. ej., KIBBY y FATTO, 1990). Se tiene que detectar en los diferentes estados de maduración del basidioma. No obstante, en la mayoría de las especies el sabor de las láminas es picante o amargo en los ejemplares inmaduros. También puede ser suave, mentolado, nauseabundo o similar al olor del hongo. La apreciación del sabor puede variar dependiendo de la sensibilidad de la persona. Se recomienda gustar un trozo pequeño durante al menos 30 segundos, después escupirlo y enjuagarse la boca. También se recomienda probar por separado la trama. En este trabajo se hace una distinción entre el sabor de trama y láminas por separado.

5.4. REACCIONES MACROQUÍMICAS

A menudo algunos caracteres organolépticos de los hongos (olor y sabor) no son anotados, o su detección a veces es imprecisa y dependiente de la sensibilidad de la persona. No obstante, algunas reacciones químicas practicadas a los basidiomas pueden estar correlacionadas con dichos caracteres y entonces ser útiles para la determinación de algunos taxa.

La mayoría de las reacciones químicas en *Russula* se realizan en la trama, ya sea del pileo o del estípite, colocando una gota del reactivo sobre un fragmento de trama de 5 mm. La mayoría de los reactivos presentan una respuesta muy lenta y por lo tanto, se recomienda esperar por lo menos de 10-15 minutos para observar una posible reacción. A continuación se incluyen las reacciones químicas que normalmente se utilizan para fines taxonómicos y descriptivos. Generalmente una reacción normal se considera negativa y una reacción poco usual se considera positiva.

5.4.1. Amoníaco (NH₃) o hidróxido de amonio (NH₄⁺)

Se aplica sobre la trama. Una respuesta de color rosa o rojo es de importancia taxonómica a nivel de especie. Si no presenta cambios de color se considera una reacción normal. SINGER (1982) sugiere utilizar material fresco remojado en agua, el cual se deja sobre papel filtro o secante durante algunos minutos para quitar el exceso de agua y posteriormente, se expone la trama del pileo o de las láminas a los vapores del reactivo.

5.4.2. Anilina

Se aplica sobre las láminas. La reacción es lenta. Una reacción de color rojo, rojo cobre, cobre o amarillo limón se considera de importancia taxonómica a nivel de especie. A veces se produce una mancha coloreada con una zona periférica característica de color rojo, cobre a anaranjado más brillante o gris.

5.4.3. Fenol (al 2% en solución acuosa)

Se aplica sobre la trama. La reacción es lenta. Una respuesta de color púrpura, púrpura brillante, púrpura violeta, púrpura vináceo, lila oscuro o rojo violeta se considera una reacción importante. La respuesta normal es una reacción de color pardo vináceo, pardo-púrpura, chocolate oscuro o sin reacción (sin cambios de color).

5.4.4. Formol (formaldehído al 40% en solución acuosa)

Se aplica sobre la trama. La reacción es lenta. Una reacción de color rojo se considera de importancia taxonómica. Si no se presentan cambios de color se considera una respuesta normal.

5.4.5. Guayacol

Se aplica sobre la trama. Con este reactivo la trama normalmente se torna de un color verde, azul verdoso oscuro, azul o púrpura. Es importante observar la intensidad y la velocidad con que se manifiesta la reacción. Cuando no se presentan cambios de coloración también se considera una respuesta importante.

5.4.6. Sulfato férrico (FeSO_4 al 10% en solución acuosa)

Se aplica sobre la trama. Una respuesta de color salmón, anaranjado salmón, rosa salmón, rosa anaranjado, rojo violáceo, verde, verde olivo, verde grisáceo, verde azul, verde negruzco, o sin cambios de coloración se considera una reacción de importancia taxonómica. La respuesta normal generalmente es de color rosa, rosa grisáceo pálido, rosa amarillento pálido, gris o gris rojizo.

5.4.7. Sulfovainillina (SV)

Se aplica sobre la superficie del estípote de material seco. Una reacción persistentemente de color rojo brillante, rojo grosella, rojo sangre, rojo ladrillo o anaranjado es importante. Una respuesta de color gris púrpura pálido, púrpura, pardo chocolate, pardo oscuro, muy oscuro al final, o sin cambios de coloración se considera normal.

5.5. CLASIFICACIÓN

Russula PERS. es el género tipo de la familia Russulaceae. En su concepto clásico, esta familia comprende a los géneros agaricoides *Lactarius* y *Russula*. *Lactarius* se distingue principalmente porque sus basidiomas exudan un líquido lechoso o látex al cortar cualquier parte del basidioma y por la presencia de pseudocistidios en el himenio. Los Russulaceae difieren de otros hongos agaricoides por presentar una trama de tipo heterómera, constituida principalmente por células infladas, llamadas esferocitos, entremezcladas con algunas hifas conectivas y por carecer de fibrillas en la trama (excepto *Lactarius quercorum* SINGER). Los esferocitos explican la naturaleza quebradiza y no fibrosa de la trama en los Russulaceae. Varios taxa que producen basidiomas de tipo secotioide y gasteroide [serie de los Astrogastráceos (SINGER y SMITH, 1960), Elasmomycetaceae (PEGLER y YOUNG, 1979) o formas secuestradas (KENDRICK, 1994)] y aun basidiomas poroides [Bondarzewiaceae KOTL. et POUZAR (SINGER, 1986)], han sido relacionados con los Russulaceae debido a la presencia de esferocitos, basidiosporas con ornamentación amiloide o macrocistidios e hifas oleíferas o laticíferas sensibles a reactivos ácido-aldehídicos, los cuales son caracteres típicos de los Russulaceae. Por tal motivo, varios autores (PEGLER y YOUNG, 1979; THIERS, 1984; MOSER, 1983; MILLER, 1988; BUYCK, 1993; LABEL y TRAPPE, 2000) han incluido a los Russulaceae y sus formas secotioides y gasteroides (géneros *Arcangeliella*, *Cystangium*, *Elasmomyces*, *Gymnomyces*, *Macowanites*, *Martellia* y *Zelleromyces*) dentro del orden Russulales, considerándolos taxa estrechamente relacionados e independientes de otros géneros de Agaricales o Hymenogastres.

El género *Russula* comprende diversas categorías taxonómicas infragenéricas entre las que destacan los subgéneros, las secciones y las subsecciones. Las clasificaciones varían casi con cada autor. Los primeros intentos de clasificación del género (p. ej., FRIES, 1838) dieron lugar a la formación de grupos simples que poco a poco se volvieron más y más complejos a medida que se estudiaron con mayor intensidad y se conocieron mejor. Hoy en día, el estudio del género *Russula* ha logrado avances significativos, pues se han descrito en los últimos años muchos taxa nuevos. Este progreso se ha reflejado en las numerosas clasificaciones conocidas, cada una considerando un número diferente de categorías, según el criterio del autor. Desafortunadamente, ninguna de las clasificaciones recientes que se han propuesto para el género *Russula* [p. ej. ROMAGNESI (1967, 1987), SINGER (1986), BON (1988), BUYCK (1992, 1993, 1994, HÄRKÖNEN *et al.*, 1993), Tabla 4] resultan del todo satisfactorias para ubicar a las especies del género que se desarrollan en México.

La clasificación propuesta por ROMAGNESI (1967) se derivó de un estudio monográfico sobre las especies del género conocidas por el autor de Europa y el Norte de África. Divide al género en 2 subgéneros, 8 supersecciones y 35 secciones con base en el tamaño y porte del basidioma, lustre, textura, ornamentación y color del píleo, forma y estriación del margen, desprendimiento del la pileipellis, dureza, color, cambios de color, olor y sabor de la trama, unión y consistencia de láminas, número de lamélulas entre láminas, color de la esporada, tamaño, color e interior del estípite, forma y ornamentación de esporas, tamaño de basidios, tamaño y reacción con SV de macrocistidios, diferenciación, estructura y gelatinización de la pileipellis, forma de hifas de la pileipellis, presencia, forma, septación, reacción con SV y ácido-resistencia de pileomacrocistidios, presencia de hifas primordiales, presencia de hifas oleíferas o caulomacrocistidios, tipo de pigmentos, tipo de hábitat u hospedero y reacciones macroquímicas

con anilina, FeSO_4 , guaiaco, NH_3 y SV. Posteriormente, (ROMAGNESI, 1987) ubicó en el rango de subgénero a las supersecciones de su clasificación.

La clasificación propuesta por SINGER (1986) trata de integrar el conocimiento de las especies conocidas por él a nivel mundial y deriva de los diversos trabajos que realizó, desde su primer trabajo monográfico sobre el género (SINGER, 1932) hasta la culminación de la última edición de *The Agaricales in Modern Taxonomy* (SINGER, 1986). En este último trabajo, divide al género en 10 secciones con base en el porte del basidioma, forma y estrificación del margen, textura, ornamentación y color del pileo, dureza, cambios de color, olor y sabor de la trama, presencia y número de lamélulas entre las láminas, color de la esporada, presencia de velo, amiloidía de la placa, tamaño de basidios, presencia, tamaño y abundancia de macrocistidios, grosor de su pared y respuesta con azul de cresil, presencia de pileomacrocistidios o hifas primordiales, grado de diferenciación y gelatinización de la pileipellis, tipo de pigmento, tipo de hoppedero, distribución y reacciones macroquímicas con anilina, FeSO_4 , formol, KOH y SV.

En la clasificación de BON (1988) se divide al género en dos subgéneros, con base en el porte y color del basidioma, consistencia y cambios de color de la trama, bifurcación de láminas y presencia de lamélulas. De acuerdo con él, las especies del subgénero *Compacta* presentan basidiomas con porte a menudo infundibuliforme, lactarioide o con el margen fuertemente enrollado, pileo de color opaco, blanquecino, ocráceo o pardo, trama dura y compacta, que puede cambiar a un color negruzco o rojizo y láminas no bifurcadas, con numerosas lamélulas, mientras que las del subgénero *Russula* presentan trama poco compacta, a veces frágil, láminas bifurcadas o anastomosadas al menos hacia la unión con el estípite, trama sin cambios de color o cambiando a amarillo o pardo rojizo, rara vez rojizo o grisáceo y en estos casos el basidioma presenta colores vivos, brillantes o variados. El subgénero *Compacta* incluye únicamente a las secciones *Compactae* y *Plorantes*. El subgénero *Russula* incluye al resto de los taxa: sección *Alutaceae*, *Firmae*, *Heterophyllae*, *Ingratae*, *Insidiosae*, *Lilaceae*, *Polychromae*, *Rigidae*, *Russula*, *Russulinae*, *Tenellae*, *Violaceae* y *Viridantes*. Los principales caracteres que utiliza BON para separar las secciones del subgénero *Russula* son el tamaño y porte del basidioma, color del pileo y del estípite, desprendimiento de la pileipellis, consistencia, cambios de color, olor y sabor de la trama, reacción con anilina y FeSO_4 , color de la esporada, presencia y amiloidía de la placa en las basidiosporas, tamaño y forma de basidios, tamaño y emergencia de cistidios himeniales, presencia de macrocistidios o hifas primordiales en la pileipellis, septación de pileomacrocistidios y tipos de pigmentos en la pileipellis.

La clasificación de BUYCK (1992, 1993) deriva de una revisión sobre las especies tropicales del género *Russula*. Divide al género en 8 secciones con base en tamaño del basidioma, forma, ornamentación y color del pileo, color y cambios de color de la trama, frecuencia de láminas, abundancia de lamélulas, color del borde de las láminas, color de la esporada, color del estípite, presencia de velo, forma, tamaño y ornamentación de las esporas, amiloidía de la placa, tamaño de basidios, presencia y contenidos de pleuromacrocistidios, presencia de lamprocistidios, diferenciación, tamaño y forma de células marginales, estructura de la pileipellis, forma, tamaño y reacción con azul de cresil de los elementos de la pileipellis, presencia, forma y septación de pileomacrocistidios, tipo de pigmentos, hábitat y reacciones macroquímicas con FeSO_4 .

Tabla 4. Ubicación de especies representativas dentro de algunas de las clasificaciones infragenéricas propuestas para el género *Russula*.

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. delica</i> FR.	<i>Compacta*</i> Plorantinae	Plorantes **	<i>Compacta</i> Plorantes Delicinae ***	Plorantes Lactarioideae
<i>R. pallidospora</i> (J. BLUM) ROMAGN.	<i>Compacta</i> Plorantinae	Plorantes	<i>Compacta</i> Plorantes Pallidosporinae	
<i>R. archaea</i> R. HEIM		Archaeinae	<i>Compacta</i> Archaeinae	Plorantes Archaeinae
<i>R. auarum</i> SINGER		Delicoarchaeae		Plorantes Lactarioideae
<i>R. ochricompacta</i> BILLS et O.K. MILL.				Plorantes Ochricompectae
<i>R. nigricans</i> (BULL.) FR.	<i>Compacta</i> Nigricantinae	Compactae	<i>Compacta</i> Compactae	→ Compactae → Nigricantes
<i>R. albospissa</i> BUYCK				Compactae Albospissinae
<i>R. ingens</i> BUYCK				Compactae Ingentinae
<i>R. nigroviolacea</i> BUYCK				Compactae Nigroviolaceinae
<i>R. fistulosa</i> R. HEIM		Ingratae Fistulosinae		Fistulosae Fistulosinae
<i>R. heliochroma</i> R. HEIM		Pelliculariae Heliochrominae		Fistulosae Concolorinae
<i>R. batistae</i> SINGER		Pelliculariae Batistinae		Fistulosae Batistinae
<i>R. pachycystis</i> SINGER		Pachycystides		Fistulosae Pachycystidinae
<i>R. brunneoderma</i> BUYCK				Fistulosae Brunneodermatinae
<i>R. brunneofloccosa</i> BUYCK				Fistulosae Brunneofloccosinae
<i>R. concolor</i> BUYCK				Fistulosae Concolorinae
<i>R. meleagris</i> BUYCK				Fistulosae Meleagrinae
<i>R. murinacea</i> R. HEIM				Fistulosae Murinaceinae
<i>R. pallidorinosa</i> BUYCK				Fistulosae Pallidorimosinae
<i>R. testaceourantiaca</i> BIELI				Fistulosae Testaceourantiacinae

* Subgénero: itálicas. ** Sección: negritas. *** Subsección: normal.
→ Taxa considerados por el autor sin indicar la especie.

Continúa

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. tomentosa</i> BUYCK				Fistulosae Tomentosinae
<i>R. polyphylla</i> PECK		Rigidae Polyphyllinae		
<i>R. foetens</i> (PERS.) FR.	<i>Ingratula</i> Foetentinae	Ingratae Foetentinae	<i>Russula</i> Ingratae Foetentinae	→ Ingratae → Foetentinae
<i>R. amoenolens</i> ROMAGN.	<i>Ingratula</i> Foetentinae	Ingratae Foetentinae	<i>Russula</i> Ingratae Pectinatinae	→ Ingratae → Pectinatinae
<i>R. farinipes</i> ROMELL	<i>Ingratula</i> Foetentinae	Ingratae Farinipedes	<i>Russula</i> Ingratae Pectinatinae	
<i>R. fellea</i> FR.	<i>Ingratula</i> Felleinae	Ingratae Felleinae	<i>Russula</i> Russula Felleinae	
<i>R. ochroleuca</i> (PERS.) FR.	<i>Ingratula</i> Felleinae	Ingratae Felleinae	<i>Russula</i> Lilaceae Ochroleucinae	
<i>R. subvelata</i> SINGER		Ingratae Subvelatae		
<i>R. crassotunicata</i> SINGER		Crassotunicatae		→ Crassotunicatae → Crassotunicatinae
<i>R. diversicolor</i> PEGLER		Pelliculariae Diversicolores		Crassotunicatae Amoeninae
<i>R. pluvialis</i> SINGER		Pelliculariae Pluviales		Crassotunicatae Crassotunicatinae
<i>R. radicans</i> R. HEIM		Pelliculariae Radicantes		Crassotunicatae Aureotactinae
<i>R. aureotacta</i> R. HEIM				Crassotunicatae Aureotactinae
<i>R. echinosperma</i> BUYCK				Crassotunicatae Echinospermatinae
<i>R. roseovelata</i> BUYCK				Crassotunicatae Roseovelatinae
<i>R. amoena</i> QUÉL.	<i>Heterophyllidia</i> Virescentinae	Rigidae Amoeninae	<i>Russula</i> Heterophyllae Amoeninae	→ Crassotunicatae → Amoeninae
<i>R. heterophylla</i> FR. <i>R. vesca</i> FR.	<i>Heterophyllidia</i> Heterophyllinae	Rigidae Lividinae	<i>Russula</i> Heterophyllae Heterophyllinae	→ Heterophyllae → Heterophyllinae
<i>R. modesta</i> PECK		Rigidae Modestinae		

Continúa

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. cyanoxantha</i> (SCHAEFF.) FR.	<i>Heterophyllidia</i> Indolentinae	Rigidae Cyanoxanthinae	<i>Russula</i> Heterophyllae Indolentinae	→ Heterophyllae → Cyanoxanthinae
<i>R. metachromatica</i> SINGER		Metachromaticae		Heterophyllae Cyanoxanthinae
<i>R. grisea</i> sensu GILLET = <i>R. subcompacta</i> BRITZELM. sensu SINGER	<i>Heterophyllidia</i> Griseinae	Rigidae Subcompactinae	<i>Russula</i> Heterophyllae Griseinae	
<i>R. ilicis</i> ROMAGN. <i>et</i> <i>al.</i>	<i>Heterophyllidia</i> Ilicinae		<i>Russula</i> Heterophyllae Griseinae	→ Heterophyllae → Ilicinae
<i>R. virescens</i> (SCHAEFF.) FR.	<i>Heterophyllidia</i> Virescentinae	Rigidae Virescentinae	<i>Russula</i> Heterophyllae Virescentinae	→ Heterophyllae → Virescentinae
<i>R. schizoderma</i> PAT.		Rigidae Schizoderminae		Heterophyllae Virescentinae
<i>R. annulata</i> R. HEIM		Pelliculariae Discopodinae		Heterophyllae Heterophyllinae
<i>R. epitheliosa</i> SINGER		Pelliculariae Epitheliosinae		Heterophyllae Epitheliosinae
<i>R. guayarensis</i> SINGER		Pelliculariae Guayarenses		Heterophyllae Guayarenses
<i>R. acuminata</i> BUYCK				Heterophyllae Paradermatinae
<i>R. inflata</i> BUYCK				Heterophyllae Inflatinae
<i>R. mimetica</i> R. HEIM				Heterophyllae Mimeticinae
<i>R. parvorosea</i> BUYCK				Heterophyllae Parvoroseinae
<i>R. pseudoepitheliosa</i> BUYCK				Heterophyllae Pseudoepitheliosinae
<i>R. emetica</i> FR.	<i>Russula</i> Emeticinae	Russula Russula	<i>Russula</i> Russula Emeticinae	
<i>R. krombholzii</i> SHAFFER = <i>R.</i> <i>bresadolae</i> SCHULTZ sensu SINGER	<i>Russula</i> Atropurpurinae	Russula Russula	<i>Russula</i> Russula Atropurpurinae	
<i>R. raoultii</i> (QUÉL.) SINGER	<i>Russula</i> Citrinae	Russula Citrinae	<i>Russula</i> Russula Citrinae	
<i>R. citrina</i> GILLET				

Continúa

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. violacea</i> (QUÉL.)	<i>Russula</i> Violaceinae		<i>Russula</i> Violaceinae	
<i>R. exalbicans</i> (PERS.) MELZER et ZVÁRA = <i>R. pulchella</i> I.G. BORSHCH. <i>sensu</i> SINGER	<i>Russula</i> Exalbicantinae	Russula Sanguineae	<i>Russula</i> Firmae Exalbicantinae	
<i>R. persicina</i> KROMBH. = <i>R. rubicunda</i> QUÉL. <i>sensu</i> SINGER	<i>Russula</i> Persicinae	Russula Sanguineae	Firmae Exalbicantinae	
<i>R. sanguinaria</i> (SCHUMACH.) RAUSCHERT = <i>R.</i> <i>sanguinea</i> FR. = <i>R.</i> <i>rosacea</i> (PERS.) FR.	<i>Russula</i> Sardoninae	Russula Sanguineae	<i>Russula</i> Firmae Sanguininae	→ Constantes → Sanguineae
<i>R. sardonina</i> FR. <i>sensu</i> MELZER et ZVÁRA = <i>R. chrysodacryon</i> <i>sensu</i> SINGER	<i>Russula</i> Sardoninae	Russula Sardoninae	<i>Russula</i> Firmae Sanguininae	→ Constantes → Sardoninae
<i>R. firmula</i> JUL. SCHÄFF. = <i>R. nitida</i> (PERS.) FR. <i>sensu</i> SINGER	<i>Insidiosula</i> Urentinae	Russula Urentes	<i>Russula</i> Insidiosae Cupreinae	
<i>R. maculata</i> QUÉL. et ROZE	<i>Insidiosula</i> Maculatinae	Russula Urentes	<i>Russula</i> Insidiosae Urentinae	
<i>R. urens</i> ROMELL		Russula Urentes	<i>Russula</i> Insidiosae Urentinae	
<i>R. puellaris</i> FR.	<i>Tenellula</i> Puellarinae	Russula Puellarinae	<i>Russula</i> Tenellae Puellarinae	
<i>R. nauseosa</i> (PERS.) FR.	<i>Tenellula</i> Laricinae	Russula Urentes	<i>Russula</i> Tenellae Laricinae	
<i>R. nitida</i> (PERS.) FR.	<i>Tenellula</i> Sphagnophilae	Russula Urentes	<i>Russula</i> Tenellae Sphagnophilinae	
<i>R. sphagnophila</i> KAUFFMAN	<i>Tenellula</i> Sphagnophilae	Russula Betulinae	<i>Russula</i> Tenellae Sphagnophilinae	
<i>R. odorata</i> ROMAGN.	<i>Tenellula</i> Puellarinae		<i>Russula</i> Tenellae Odorantinae	

Continúa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. rhodella</i> E.-J. GILBERT	<i>Tenellula</i> Rhodellinae		<i>Russula</i> Tenellae Rhodellinae	
<i>R. pusilla</i> HENN.		Rigidae Pusillinae		→ Constantes → Pusillinae
<i>R. polychroma</i> QUÉL.	<i>Polychromae</i> Melliolentinae	Russula Melliolentinae	<i>Russula</i> Polychromae Melliolentinae	
<i>R. decolorans</i> FR.	<i>Coccinula</i> Decolorantinae	Decolorantes Decolorantinae	<i>Russula</i> Polychromae Decolorantinae	
<i>R. borealis</i> KAUFFMAN	<i>Coccinula</i> Laetinae	Russula Laetinae	<i>Russula</i> Russulinae Laetinae	
<i>R. integra</i> (L.) FR. <i>sensu</i> MAIRE = <i>R.</i> <i>polychroma</i> SINGER ex HORA	<i>Polychromidia</i> Integrinae	Russula Polychromae	<i>Russula</i> Russulinae Integrinae	→ Constantes → Integrinae
<i>R. paludosa</i> BRITZELM.	<i>Coccinula</i> Paludosinae	Russula Integrinae	<i>Russula</i> Russulinae Paludosinae	
<i>R. rubroalba</i> (SINGER) ROMAGN.	<i>Coccinula</i> Laetinae	Russula Firmiores	<i>Russula</i> Polychromae Laeticolorinae	
<i>R. romellii</i> MAIRE	<i>Polychromidia</i> Integrinae		<i>Russula</i> Polychromae Integriforminae	
<i>R. immaculata</i> (BEELI) DENNIS				Polychromae Mamillatinae
<i>R. aurantiomarginata</i> BUYCK				Polychromae Aurantiomarginatinae
<i>R. luteomaculata</i> BUYCK				Polychromae Luteomaculatinae
<i>R. xerampelina</i> (SCHIAEFF.) FR. <i>sensu</i> ROMAGN.	<i>Polychromidia</i> Viridantinae	Rigidae Xerampelinae	<i>Russula</i> Viridantes Viridantinae	
<i>R. xerampelina</i> (SCHIAEFF.) FR. <i>sensu</i> SINGER = <i>R.</i> <i>graveolens</i> ROMELL	<i>Polychromidia</i> Polychromae Viridantinae	Rigidae Xerampelinae	<i>Russula</i> Viridantes Xerampelinae	
<i>R. pascua</i> (F.H. Møller & JUL. SCHIAEFF.) KÜHNER			<i>Russula</i> Viridantes Pascuinae	

Continúa

Tabla 4. *Continuación.*

Especie	ROMAGNESI (1967) Europa	SINGER (1986) Mundial	BON (1988) Europa	BUYCK (1992) Tropical
<i>R. olivacea</i> (SCHAEFF.) FR.	<i>Polychromidia</i> Olivaceinae	Russula Olivaceinae	<i>Russula</i> Alutaceae Olivaceinae	
<i>R. aurea</i> PERS.	<i>Coccinula</i> Laetinae	Russula Firmiores	<i>Russula</i> Alutaceae Auratinae	
<i>R. lepida</i> FR.	<i>Russula</i> Lepidinae	Rigidae Lepidinae	<i>Russula</i> Rigidae Lepidinae	→ Constantes → Lepidinae
<i>R. rubra</i> COOKE	<i>Russula</i> Rubrinae	Russula Rubrinae	<i>Russula</i> Rigidae Rubrinae	
<i>R. vinosa</i> LINDBLAD	<i>Polychromidia</i> Integroidinae	Decolorantes Vinosinae	<i>Russula</i> Lilaceae Integroidinae	
<i>R. amoenata</i> BRITZELM. = <i>R. amara</i> KUČERA = <i>R. caerulea</i> (PERS.) FR.	<i>Polychromidia</i> Integroidinae	Russula Integroideae	<i>Russula</i> Lilaceae Integroidinae	
<i>R. lilacea</i> QUÉL.	<i>Incrustatula</i> Lilaceinae	Rigidae Lilaceinae	<i>Russula</i> Lilaceae Lilaceinae	
<i>R. rosea</i> QUÉL. = <i>R.</i> <i>aurora</i> KROMBH. <i>sensu</i> MELZER <i>et</i> ZVÁRA	<i>Incrustatula</i> Roseinae	Rigidae Roseinae	<i>Russula</i> Lilaceae Roseinae	
<i>R. amethystina</i> QUÉL.	<i>Incrustatula</i> Amethystinae	Russula Amethystinae	<i>Russula</i> Lilaceae Amethystinae	
<i>R. chamaeleontina</i> FR. = <i>R. risigallina</i> (BATSCII) SACC.	<i>Incrustatula</i> Chamaeleontinae	Russula Chamaeleontinae	<i>Russula</i> Lilaceae Chamaeleontinae	

5.5.1. CLASIFICACIÓN ADOPTADA

La clasificación que se reconoce en el presente trabajo es una combinación de las propuestas taxonómicas de BON (1988) para las especies de Europa, la de BUYCK (1992, 1993, 1994) para las especies tropicales y la de SINGER (1986), con ligeras modificaciones. Esta combinación se debe a que en México se desarrollan tanto especies de afinidades frío-templadas como tropicales. Particularmente, en el PNLM se encontró que la mayoría de las especies pueden ser clasificadas dentro de los grupos propuestos por BON (1988). Sin embargo, se recolectó una especie que únicamente pudo ser ubicada utilizando los trabajos de BUYCK (1992, 1993, 1994). Por lo tanto, se utiliza una combinación de ambas clasificaciones para ubicar a las especies del género *Russula* presentes en el PNLM.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

La clasificación presentada aquí incluye 13 secciones y 16 subsecciones (Tabla 5). Es una clasificación artificial, basada en la similitud morfológica de sus especies y no en las posibles relaciones filogenéticas.

Tabla 5. Clasificación de las especies estudiadas

Sección	Subsección	Especie
Plorantes	Lactarioideae	<i>R. brevipes</i> PECK <i>R. delicata</i> FR. <i>R. romagnesiana</i> SHAFFER <i>R. cf. pallidospora</i> (J. BLUM) ROMAGN.
	Pallidosporinae	
Compactae	Nigricantinae	<i>R. acrifolia</i> ROMAGN. <i>R. albonigra</i> KROMBH. <i>R. cf. densifolia</i> f. <i>fragrans</i> SHAFFER
Fistulosae	Brunneofloccosinae	<i>Russula</i> sp. 1
Ingratae	Pectinatinae	<i>R. cf. granulata</i> (PECK) PECK <i>R. aff. pectinatoides</i> PECK
Heterophyllae	Cyanoxanthinae Griseinae	<i>R. cf. cyanoxantha</i> (SCHAEFF.) FR. <i>R. basifurcata</i> PECK
Russula	Atropurpurinae	<i>R. cf. atrorubens</i> QUÉL. <i>R. aff. fragilis</i> (PERS.) FR. <i>R. aff. krombholzii</i> SHAFFER
	Russula	<i>R. cf. griseascens</i> (BON et GAUGUÉ) MARTI
Firmae	Sanguineae	<i>R. cf. albidula</i> PECK <i>R. americana</i> (SINGER) SINGER <i>R. cf. drimeia</i> COOKE <i>R. cf. luteotacta</i> REA <i>R. sanguinaria</i> (SCHUMACH.) RAUSCHERT
Russulinae	Integrae	<i>R. cf. integra</i> (L.) FR.
Tenellae	<i>incertae sedis</i>	<i>Russula</i> sp. 4
	Laricinae	<i>Russula</i> sp. 2
	Puellarinae	<i>R. cf. puellaris</i> FR. <i>R. cf. abietina</i> PECK <i>Russula</i> sp. 3
Polychromae	<i>incertae sedis</i>	<i>Russula</i> sp. 5
Viridantes	Xerampelinae	<i>R. cf. xerampelina</i> (SCHAEFF.) FR.
Alutaceae	Olivaceinae	<i>R. olivacea</i> (SCHAEFF.) FR.
Lilaceae	Amethystinae	<i>R. murrillii</i> BURL.
	Vinosinae	<i>R. occidentalis</i> (SINGER) SINGER

5.6. FILOGENIA

La reconstrucción de las relaciones genealógicas y evolutivas entre los hongos ha sido uno de los temas de gran interés para muchos micólogos. En el caso de los Russulales y en particular del género *Russula*, éstas han sido diversas y contrastantes. Sin embargo, en los últimos años y con la ayuda de varias técnicas recientes, las relaciones de este grupo de hongos se han ido esclareciendo poco a poco.

En un principio, las relaciones entre los Basidiomycetes fueron establecidas con base en la macro-morfología de los basidiomas, en particular sobre la configuración del himenio dando como resultado lo que actualmente conocemos como el sistema de FRIES y sus subsecuentes modificaciones. Aunque *Russula* y *Lactarius* son dos géneros que fueron reconocidos por PERSOON (1796), se pensaba que todos los hongos con láminas se encontraban estrechamente relacionados y fueron incluidos dentro del género *Agaricus* (FRIES, 1821; DONK, 1971). En este sistema, *Russula* apareció primero como la tribu *Russula* y *Lactarius* como la tribu *Galorrhheus* del género *Agaricus* (FRIES, 1821). Con el advenimiento del microscopio varios géneros fueron segregados de *Agaricus*. Así, *Russula* y *Lactarius* fueron reconocidos como diferentes por algunos caracteres distintivos de sus basidiosporas y cistidios (DONK, 1971) y en la actualidad se han mantenido con pocos cambios en su circunscripción.

BUCHOLTZ (in PEGLER y YOUNG, 1979) fue uno de los primeros autores en reconocer las relaciones existentes de *Russula* y *Lactarius* con algunos hongos hipogeos y con la introducción de la solución de yodo para el estudio de la ornamentación en *Russula* por MELZER (1934), MALENÇON (1931) pudo evidenciar estas relaciones, creando el grupo de los Asterosporáceos ("Asterosporés"), donde incluyó tanto a *Russula* y *Lactarius* como a los hongos secotioides y gasteroides relacionados con ellos: *Arcangeliiella*, *Elasmomyces*, *Gymnomyces*, *Macowanites* y *Martellia*.

Entre los caracteres que soportan estas relaciones se encuentran la naturaleza heterómera de la trama, la reacción amiloide de la ornamentación de las esporas y la presencia de un sistema de hifas laticíferas u oleíferas (PEGLER y YOUNG, 1979). En la actualidad, estas relaciones han sido ampliamente aceptadas (PEGLER y YOUNG, 1979; THIERS, 1984; MILLER, 1988; KENDRICK, 1994; LABEL y TRAPPE, 2000). El mantener en diferentes grupos a los hongos agaricoides de sus contrapartes secotioides y gasteroides (p. ej., Agaricales e Hymenogastrales), no refleja las verdaderas relaciones filogenéticas existentes entre varios géneros de hongos y en particular entre los Russulaceae, como se venía haciendo algunos años atrás, en diversas clasificaciones, p. ej., KÜHNER (1980), SINGER (1986), entre otras.

5.6.1. SINGER

SINGER (in SINGER y SMITH, 1960) propuso la hipótesis de que *Russula* derivó de géneros secotioides y gasteroides que forman la serie de los Astrogastráceos donde consideró a las especies con velo (sección *Pelliculariae*) como las más ancestrales del género y de las cuales se derivan el resto (SINGER, 1938, Fig. 23).

5.6.2. HEIM

HEIM (1975) presentó un esquema opuesto al de SINGER en el que sostiene que los géneros secotioides y gasteroides se originaron de formas pseudoangiocárpicas de *Russula* y *Lactarius*, considerando a *R. archaea* (sección *Archaeinae*) como el punto de partida para el origen de todo el grupo (Figs. 24-25).

5.6.3. ROMAGNESI

ROMAGNESI (1967) realizó una monografía sobre las especies del género conocidas en Europa y el N de África. Su obra es considerada una de las contribuciones más importantes sobre *Russula*, no solo para el área geográfica estudiada sino también a nivel mundial. En ella plasmó sus ideas acerca de la filogenia del género. Su hipótesis considera que la sección *Compactae* es el grupo más ancestral y del cual se derivaron el resto de las especies (Fig. 26).

5.6.4. VERBEKEN

VERBEKEN (1997) realizó un trabajo taxonómico sobre las especies del género *Lactarius* en África tropical y presentó un esquema sobre su hipótesis acerca de las líneas evolutiva dentro del género *Lactarius*, incluyendo algunos grupos de *Russula*, que considera como un género filogenéticamente reciente y probablemente polifilético (Fig. 27).

5.6.5. MILLER *et al.*

MILLER *et al.* (2001) realizaron un estudio filogenético, utilizando la subunidad larga de ADN nuclear, para examinar la filogenia de *Russula* y *Lactarius* incluyendo taxa agaricoides, pleurotoides y pseudoangiocárpicas tropicales, además de los géneros secotioides y gasteroides relacionados. Sus datos mostraron que *Russula s. str.* (excluyendo a las formas secotioides y gasteroides) puede ser considerado polifilético con tres clados principales (Fig. 28).

5.6.5. MILLER y BUYCK

MILLER y BUYCK (2002) realizaron una comparación entre las clasificaciones infragenéricas modernas propuestas para el género *Russula*, con los resultados de un análisis filogenético molecular, utilizando las secuencias de ADN ribosomal de 87 especies europeas. En su análisis cladístico encontraron un agrupamiento de cinco a seis clados basales, los cuales no habían sido reconocidos en su totalidad a un nivel subgenérico (Figs. 29 y 30). No obstante, la topología del árbol confirma algunos taxa ya descritos en la clasificación infragenérica a nivel de sección y subsección, además de varias combinaciones o relaciones no establecidas previamente.

6 RESULTADOS

6.1. TAXONOMÍA

El presente trabajo se basó en el estudio macro- y microscópico de aproximadamente 150 ejemplares recolectados en el área del PNLM. Se reconocieron 32 especies de las cuales, sólo 26 fueron estudiadas detalladamente, 11 de estas 26 especies se determinaron de manera confiable a nivel de especie, 4 probablemente sean nuevos taxa, y en 11 hacen falta datos para su determinación. Seis especies sólo fueron revisadas superficialmente, ya sea por la falta de datos en fresco o porque el material recolectado fue muy escaso (Tabla 6).

Las 32 especies reconocidas se ubicaron en 13 secciones: *Alutaceae*, *Compactae*, *Firmae*, *Fistulosae*, *Heterophyllae*, *Ingratae*, *Lilaceae*, *Plorantes*, *Polychromae*, *Russula*, *Russulinae*, *Tenellae* y *Viridantes* (Tabla 5). La secciones con mayor número de especies fueron *Firmae* y *Tenellae* con 5 especies cada una, seguidas de *Plorantes* y *Russula* con 4. En el resto de las secciones sólo una o dos especies fueron estudiadas detalladamente.

Tabla 6. Nivel de determinación de las especies del género *Russula* recolectadas en el PNLM

Totalmente confiable	Probables nuevos taxa	Determinación no precisa por falta de datos	Parcialmente estudiadas
<i>R. acrifolia</i>	<i>Russula</i> sp. 1	<i>R. cf. abietina</i>	<i>R. cf. cyanoxantha</i>
<i>R. albonigra</i>	<i>Russula</i> sp. 2	<i>R. cf. albidula</i>	<i>R. cf. densifolia</i>
<i>R. americana</i>	<i>Russula</i> sp. 4	<i>R. cf. atrorubens</i>	<i>R. aff. fragilis</i>
<i>R. basifurcata</i>	<i>Russula</i> sp. 5	<i>R. cf. drimeia</i>	<i>R. aff. krombholzii</i>
<i>R. brevipes</i>		<i>R. cf. griseascens</i>	<i>R. aff. pectinatoides</i>
<i>R. delica</i>		<i>R. cf. granulata</i>	<i>Russula</i> sp. 3
<i>R. murrillii</i>		<i>R. cf. integra</i>	
<i>R. occidentalis</i>		<i>R. cf. luteotacta</i>	
<i>R. olivacea</i>		<i>R. cf. pallidospora</i>	
<i>R. romagnesiana</i>		<i>R. cf. puellaris</i>	
<i>R. sanguinaria</i>		<i>R. cf. xerampelina</i>	

6.1.1. *Russula* PERS. 1796, *Obs. Mycol.* 1: 100.

- = *Russulina* J. SCHRÖT. in COHN 1889, Kryptog.-fl. Schlesien 33(1): 550.
- = *Phaeohygrocybe* HENN. 1901, Engler's Bot. Jahrb. 30: 50.
- = *Lactarellis* EARLE 1909, Bull. New York Bot. Gard. 5: 409.
- = *Dixophyllum* EARLE 1909, Bull. New York Bot. Gard. 5: 410.
- = *Omphalomyces* BATTARRA ex EARLE 1909, Bull. New York Bot. Gard. 5: 410.

Basidioma con desarrollo gimnocárpico, de tamaño pequeño a muy grande, con hábito tricolomatoide y lactarioide; carnoso, a veces submembranoso en el margen, relativamente frágil. **Píleo** generalmente plano-convexo con el centro deprimido, rara vez subumbonado; margen liso a surcado-tuberculado, agudo a obtuso; superficie seca a viscosa, glabra o a veces ornamentada; de

color variable, a menudo brillante. **Trama** granulosa, moderadamente gruesa, a veces delgada o submembranosa, dura o frágil, quebradiza, generalmente de color blanco o blanquecino, a veces cambiando de color al corte o al maltrato; en ocasiones con un olor distintivo; sabor suave, dulce, amargo o picante. **Láminas** libres a decurrentes, muy juntas a distantes, a menudo bifurcadas cerca del estípite, con o sin lamélulas; estrechas a anchas, delgadas a ligeramente gruesas, a menudo quebradizas; de color blanco a amarillo. **Esporada** de color blanco, crema, ocre o amarillo. **Estípite** central, rara vez ligeramente excéntrico, quebradizo; superficie lisa u ornamentada, a menudo de color blanco o concolor con el pileo; sólido, cavernoso o hueco. **Basidiosporas** subglobosas a elípticas, con ornamentación amiloide y apéndice hilar; a menudo con una mancha amiloide en la placa. **Basidios** a menudo con cuatro esterigmas. **Cistidios** de tipo macrocistidio, generalmente presentes en el himenio y a veces también en la pellis. **Células marginales** a veces ocupando gran parte del borde de las láminas, parecidas a los elementos terminales de la pileipellis. **Trama laminar** constituida principalmente por esferocitos e hifas conectivas, a menudo con hifas oleíferas, sin fíbulas. **Pileipellis** con una o hasta tres capas, de estructura variable, a veces con macrocistidios, hifas primordiales, incrustaciones ácido-resistentes o crínes. **Fíbulas** ausentes. **Especie tipo:** *R. emetica* FR.

Observaciones. *Russula* es un género que se puede reconocer fácilmente en el campo debido a la forma general que presenta su basidioma (tricolomatoide), que es más o menos similar en todo el género, y a los colores brillantes, que a menudo presentan. Sin embargo, se distingue del resto de los hongos con láminas por la consistencia del basidioma, que es como si se rompiera el yeso, a menudo frágil y quebradiza o carnoso-esponjosa, y no fibrosa como en la mayoría de los hongos carnosos. Esta particularidad se debe a que la trama del basidioma está constituida principalmente por grandes células redondas o infladas, llamadas esferocitos (o esferocistos) e hifas normales a la que se le denomina heterómera. El género agaricoide más emparentado es *Lactarius*, que también presenta esta particularidad en la trama, pero se distingue de *Russula* porque el basidioma de *Lactarius* secreta un líquido lechoso llamado látex, al romper cualquiera de sus partes y microscópicamente, el látex se encuentra en un sistema de hifas laticíferas, que llegan a proyectarse entre el himenio en forma de pseudocistidios.

Otros géneros similares a *Russula* son *Macowanites* (incl. *Elasmomyces*) y *Cystangium*. Estos dos géneros también presentan la trama quebradiza y semejan a un pequeño basidioma de *Russula* atrofiado o deforme. Sin embargo, este aspecto se debe a un proceso de adaptación a vivir bajo el suelo (hipogeo o semihipogeo) y se aprecia claramente al partir el hongo por la mitad. El pileo tiende a cubrir y encerrar a las láminas y éstas sufren un proceso de fusión y anastomosis que ha resultado en una gleba pseudolaminada, con aspecto laberintiforme, plegado, lacunoso o alveolado.

Clave dicotómica de las secciones del género *Russula* estudiadas

1. Basidiosporas con una mancha amiloide muy distintiva sobre la placa, a veces con la mancha pequeña (Fig. 18) 2
1. Basidiosporas con placa hialina o ausente y entonces más o menos ornamentada como el resto de la espora (Fig. 17) 10

- 2. Himenio con numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas (proporción lamélulas:láminas = 1-3:1; Fig. 14) Sección **Plorantes** (p. 53)
- 2. Himenio con pocas lamélulas o sin ellas (proporción lamélulas:láminas = 1:3 o menor; Fig. 15) 3
- 3. Pileipellis con macrocistidios (Fig. 21) 4
- 3. Pileipellis sin macrocistidios 9
- 4. Pileomacrocistidios con incrustaciones ácido resistentes Sección **Russulinae** (p. 112)
- 4. Pileomacrocistidios sin incrustaciones ácido resistentes 5
- 5. Trama con reacción de color verde, verde pardusco, oliváceo o verdosa con FeSO₄ Sección **Viridantes** (p. 116)
- 5. Trama nunca de color verdoso con FeSO₄, a menudo con reacción de color rojo zanahoria, anaranjado, ocre amarillento, amarillo pardusco, amarillo grisáceo, grisáceo, gris rosa, rosado, rosa pardusco, pardo rojizo o sin reacción 6
- 6. Trama con sabor suave o dulce 7
- 6. Trama con sabor picante 8
- 7. Basidioma generalmente pequeño o mediano, frágil y fácilmente quebradizo Sección **Tenellae** (p. 100)
- 7. Basidioma generalmente grande a muy grande o más robustos, carnosos y resistentes Sección **Polychromae** (p. 109)
- 8. Esporada de color blanco a crema blanquecino (Ia-IIa). Basidioma pequeño a mediano, a menudo frágil Sección **Russula** (p. 84)
- 8. Esporada de color crema a amarillento (IIc-IIIa). Basidioma pequeño a grande, robusto o con la trama más densa Sección **Firmae** (p. 91)
- 9. Pileipellis con hifas primordiales o incrustaciones ácido resistentes (Fig. 22) Sección **Lilaceae** (p. 124)
- 9. Pileipellis sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido resistentes Sección **Alutaceae** (p. 120)
- 10. Himenio con numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas (proporción lamélulas:láminas = 1-3:1; Fig. 14) 11
- 10. Himenio con pocas lamélulas o sin ellas (proporción lamélulas:láminas = 1:3 o menor; Fig. 15) 13
- 11. Trama generalmente cambiando a un color rojo, vino, pardo, gris o negruzco con la edad o al maltrato. Píleo inicialmente de color blanco, cambiando a un color pardo, que se torna más oscuro conforme el basidioma madura Sección **Compactae** (p. 65)
- 11. Trama generalmente sin cambios distintivos de color 12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

12. Basidioma con porte lactarioide (Fig. 10). Pileo infundibuliforme, superficie a menudo seca o húmeda, de color blanco o pálido amarillento, margen incurvado. Estípite corto y grueso ... Sección **Plorantes** (p. 53)
12. Basidioma con porte tricolomatoide (Fig. 11). Pileo plano-depreso o subinfundibuliforme, superficie a menudo subvísida a viscosa, de color blanquecino, amarillento, violáceo o verdoso Sección **Heterophyllae** (p. 79)
13. Pileo de color blanquecino, amarillento, violáceo o verdoso, a menudo glabro o con el margen nada o poco estriado, si presenta la superficie ornamentada, por lo general los colores son vivos o brillantes Sección **Heterophyllae** (p. 79)
13. Pileo de color pardo, pardo-amarillento, pardo-anaranjado o pardo-grisáceo, claro a oscuro, con el margen estriado a surcado y tuberculado o con la superficie escumulosa, areolada, furfurácea o granulosa **14**
14. Pileo a menudo viscido. Pileipellis gelatinizada Sección **Ingratae** (p. 75)
14. Pileo a menudo seco o húmedo. Pileipellis no gelatinizada Sección **Fistulosae** (p. 72)

Sección PLORANTES BATAILLE 1908

Basidioma de tamaño mediano a muy grande, a menudo con apariencia lactarioide o higofooroide. **Píleo** con el margen agudo o subagudo, no estriado; pileipellis no o poco separable, superficie seca o viscosa; inicialmente de color blanco a blanco amarillento, desarrollando tonos de color amarillento, amarillo anaranjado pálido, ante, canela o pardo amarillento al madurar. **Trama** dura; de color blanco, blanco amarillento o amarillo anaranjado pálido, sin cambios evidentes de color al corte o al maltrato; sabor suave, amargo o picante. **Láminas** adheridas a decurrentes, a veces distintivamente bifurcadas en forma dicotómica 2-3 veces consecutivas, generalmente con numerosas lamélulas, rara vez con pocas lamélulas o sin ellas; agudas junto al píleo, estrechas o anchas, delgadas o gruesas; de color blanco, crema, ocre, amarillo, amarillo anaranjado o pardo amarillento. **Esporada** de color blanco a amarillo brillante (Ia-IVe; A-H). **Estípites** con frecuencia corto y grueso; superficie lisa o rugulosa longitudinalmente, pruinosa o velutinosa, rara vez con restos fibrilosos adheridos a manera de un falso anillo fibriloso o falsa cortina; de color similar al píleo. **Basidiosporas** de tamaño pequeño a grande, con ornamentación aislada o reticulada; placa hialina o amiloide. **Especie tipo**: *R. delica* FR.

Observaciones. En esta sección se incluyen a las especies que se distinguen por su porte lactarioide o higofooroide, con trama dura, densa o compacta. A menudo presentan basidiomas grandes y de colores pálidos. Pueden presentar numerosas lamélulas o abundantes bifurcaciones dicotómicas a lo largo de las láminas. Microscópicamente, las basidiosporas pueden tener la placa con una mancha amiloide o hialina, y los pileomacroscistidios estar presentes o ausentes (SHAFFER, 1964; SINGER, 1986; BUYCK, 1993).

BON (1988) divide a las especies europeas de esta sección en dos subsecciones, con base en el color de la esporada [blanca o crema pálido (Ia-IIa) en *Delicinae* y crema amarillento a amarillo (IIc-IVe) en *Pallidosporinae*], tamaño de basidiosporas [hasta de $9 \times 7 \mu\text{m}$ en *Pallidosporinae* y hasta de $10(-12) \times 7(-8.5) \mu\text{m}$ en *Delicinae*] y por la reacción de la placa (amiloide en *Delicinae* y no o poco amiloide en *Pallidosporinae*). Fuera de Europa se han encontrado especies que comparten características de las dos subsecciones reconocidas por BON (1988). La clasificación de BUYCK (1993) incluye 3 subsecciones dentro de *Plorantes*: *Archaeinae*, *Lactarioideae* y *Ochricompectae*. En la subsección *Archaeinae* se agrupan las especies que presentan un porte higofooroide y en la subsección *Ochricompectae* a especies que presentan de manera distintiva las láminas bifurcadas dicotómicamente varias veces y la esporada de color ocre o amarillo (BILLS y PEGLER, 1988). En el PNLM están representadas tres especies de la subsección *Lactarioideae* (= *Delicinae*) y una de la subsección *Pallidosporinae*.

Clave para las subsecciones de la sección *Plorantes* presentes en el PNLM

1. Esporada de color blanca a crema pálido (Ia-IIa). Basidiosporas a menudo hasta de $10(-12) \times 7(-8.5) \mu\text{m}$ o con una mancha amiloide en la placa *Lactarioideae* (p. 54)
1. Esporada de color crema amarillento a amarillo (IIc-IVe). Basidiosporas hasta de $9 \times 7 \mu\text{m}$ o con la placa hialina o no diferenciada *Pallidosporinae* (p. 62)

Subsección LACTARIOIDEAE MAIRE 1910

Basidioma con apariencia lactarioide. **Pileo** inicialmente de color blanco, blanquecino o amarillento pálido, después desarrollando tonos de color amarillento, ante canela, o pardo amarillento. **Trama** con sabor suave, amargo o picante. **Láminas** con numerosas lamélulas; a veces con reflejos de color verde azulado. **Esporada** de color blanco a crema pálido (Ia-IIa; A-B). **Estípite** con la superficie lisa a velutinosa; a veces con un tono de color azul o verde azulado en el ápice. **Basidiosporas** con la placa distintivamente amiloide. **Cistidios himeniales** presentes (macrocistidios). **Pileipellis** generalmente con macrocistidios, a veces ausentes. **Especie tipo:** *R. delica* FR.

Observaciones. En el PNLM se detectaron 3 especies pertenecientes a esta subsección. Macroscópicamente, son similares pero se distinguen principalmente por el tamaño de las basidiosporas y la forma y altura de su ornamentación.

Clave para las especies de la subsección *Lactarioideae* presentes en el PNLM

1. Longitud promedio de las basidiosporas de 7.0-8.5 μm **R. romagnesiana** (p. 60)
1. Longitud promedio de las basidiosporas $>8.5 \mu\text{m}$
2. Basidiosporas con ornamentación hasta de 1.0-1.5 μm de altura, constituida principalmente por verrugas. Estípite a menudo glabro o finamente pruinoso en el ápice **R. delica** (p. 57)
2. Basidiosporas con ornamentación hasta de 2.0-2.5 μm de altura, constituida principalmente por espinas. Estípite a menudo velutinoso o finamente tomentoso **R. brevipes** (ver abajo)

6.1.1.1. *Russula brevipes* PECK 1890. *New York St. Mus. Ann. Rep.* 43: 20.

Fig. 31

Basidioma de tamaño grande o muy grande, con hábito lactarioide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 95-135 mm de \emptyset , plano-convexo, con el centro muy depresado o infundibuliforme al madurar; margen agudo o subagudo, no estriado, ondulado, a veces lobulado o plegado, incurvado en sección; pileipellis desprendible 1/4-1/3 del radio; superficie opaca, seca o viscosa cuando húmeda, lisa o ligeramente rugulosa, glabra, finamente fibriloso-afelpada o flocoso-fibrilosa; blanco, con tonos de color amarillo pálido (2-3A3), amarillo pastel (2-3A4), amarillo (10YR 8-7/6), amarillo paja (3B4), anaranjado claro (5A4), anaranjado pardusco (5C5, 6C5-6), amarillo pardusco (10YR 6/6), pardo amarillento claro (10YR 6/4), arcilla (5D5), pardo mostaza (5E6), pardo muy pálido (10YR 8-7/4) o pardo claro (6D5). **Trama** de 7-10 mm de ancho en el margen; compacta; blanca, con tonos de color pardo muy pálido (10YR 8-7/4) bajo e la pileipellis o en la base del estípite; olor indistinto o aromático; sabor suave, parecido a nuez. **Láminas** subadheridas a subdecurrentes, juntas o muy juntas (7-10/cm a 1 cm del margen o de 8-13/cm a 1/4 del radio del pileo, ambos sin incluir lamélulas), poco bifurcadas cerca del estípite, a menudo bifurcadas o anastomosadas cerca del pileo, con numerosas lamélulas cortas y largas; agudas, de 2-6 mm de ancho, poco quebradizas; de color crema (IIa-c) o amarillo pálido (I-2A3).

a veces con tonos de color verde azulado, sobre todo en la unión con el estípite o rosado (5YR 8/3); borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor ligeramente picante o picante. **Esporada** de color blanco o blanquecino (Ia-b; A-B). **Estípite** de 25-80 x 17-43 mm, cilíndrico o atenuado en la parte inferior; superficie opaca, seca, rugulosa, pruinosa, velutinosa o finamente tomentosa, sobre todo hacia el ápice; blanco, con tonos similares a los del pileo hacia la base; sólido, cavernoso o hueco.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = azul negruzco (19F5). $FeSO_4$ = anaranjado pálido (6A3), rojo pálido (7-8A3), rojo pastel (8A4, 9A5) o rojo (9A6). Formol = rojo grisáceo (9B5, 10B6). Guayacol = pardo rojizo (9E8, 9F6), pardo obscuro (9F7), rojo pastel (10A5), rojo (10B7), rojo pardusco (10-11C7), pardo violeta (10F6-F7), rojo azul (12B7) a rojo rosado (12B8).

Basidiosporas de (8.4)-8.9-10.3-10.9-12.5(-13.5) x (7.1)-7.2-8.0-8.6-9.8(-10.3) μm , anchamente elípticas a elípticas, a veces subglobosas [$Q = (1.14-)$ 1.18-1.20-1.30-1.36(-1.47); $n = 108$], con ornamentación amiloide o algunos elementos parcialmente amiloides, hasta de 2.5 μm de altura (la mayoría de 0.5-2.0 μm), constituida por espinas y verrugas, unidas por finas líneas, formando un retículo parcial o casi completamente reticuladas, además de algunos elementos aislados; placa con una mancha amiloide, irregular, rugulosa o verrugosa. **Basidios** de 49-59-71 x 8.3-11.1-13.8 μm , claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, de hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 48-72-97 x 5.3-9.3-13.3 μm , fusiformes, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+. **Quelomacroscistidios** de 32-58-84 x 6.3-8.7-11 μm , similares a los pleuromacroscistidios. **Células marginales** no o poco diferenciadas de los basidiolos. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de una cutis, poco diferenciada, con macroscistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; constituida por hifas de 2.0-5.6-8.0 μm de ancho, filamentosas, de pared delgada, algunas con pigmento incrustado de color amarillento y la pared ligeramente engrosada; células terminales con el ápice obtuso; pileomacroscistidios cilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado pero a menudo con constricciones subapicales, contenido similar al de los pleuromacroscistidios. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada de la trama, con caulomacroscistidios. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo. En bosques de *Abies* y *Abies-Pinus*, asociados con *A. religiosa*. Recolectado a 3300-3600 msnm. Fructifica de julio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 4-VIII-1989, *AKL 1141*; *ibid.*, 31-VII-1991, *AKL 2032*; *ibid.*, 14-VIII-1991, *AKL 2080*; *ibid.*, 20-IX-1991, *AKL 2201* (todos en TLXM; ver Apéndice II, números 3, 4 y 6).

OBSERVACIONES. De acuerdo con SHAFFER (1964), *Russula brevipes* se distingue por sus basidiomas de gran tamaño, láminas generalmente juntas, estrechas o moderadamente anchas, esporada de color blanquecino a crema claro, y basidiosporas grandes, con ornamentación constituida por verrugas altas y a menudo alineadas o conectadas por líneas formando un retículo. Dicho autor distinguió tres variedades: la variedad típica, con basidiomas con sabor suave y láminas blancas; la var. *acrior* SHAFFER, con basidiomas de sabor picante intenso y láminas a menudo con tonos de color verde azulado. No obstante, el mismo autor reconoció que la

correlación de tales caracteres no siempre es constante. La var. *megaspora* SHAFFER se distingue principalmente por sus basidiosporas de $9-14.1 \times 9.3-12.0 \mu\text{m}$ contra $8.0-10.6 \times 6.7-9.8 \mu\text{m}$ en la variedad típica y la var. *acrior* (SHAFFER, 1964).

Los especímenes del PNLM siempre presentan un sabor suave en la trama y picante o muy picante en las láminas. SHAFFER (1964) describió los basidiomas de la variedad típica con un sabor suave o ligeramente picante en la trama y no mencionó nada sobre el sabor de las láminas. Para la var. *acrior* describió basidiomas con un sabor suave, ligera- o fuertemente picante en la trama y fuertemente picante en las láminas. Con respecto a la presencia de tonalidades de color verde azulado en las láminas, los especímenes estudiados no presentaron una correlación con el sabor, algunos ejemplares presentaban coloraciones verde azulosas mientras que otros carecían de ellas. Un carácter macroscópico que se presenta en los especímenes estudiados es la superficie velutinosa del estípite. Este carácter aparentemente no fue observado en los ejemplares norteamericanos estudiados por SHAFFER (1964). Sin embargo, BURLINGHAM (1915) señaló que el estípite de *R. delica sensu* BURL. (= *R. brevipes*) puede ser aterciopelado.

Se revisaron algunos paratipos de la var. *acrior* (Apéndice I) y se obtuvieron las siguientes medidas para sus basidiosporas: $7.9-8.8-9.3-10.3$ (-11.1) \times $(6.7-7.5-8.0-8.7(-9.3)) \mu\text{m}$ [Q = (1.08-)1.11-1.174-1.24(-1.27)]. No se estudiaron especímenes de la variedad típica *sensu* SHAFFER pero se examinaron dos materiales procedentes de EUA determinados como *R. brevipes* (Apéndice I) que presentaron basidiosporas con las siguientes dimensiones: $(8.8-9.1-10.3-11.3 \times (7.5-7.8-8.7-9.5$ [Q = (1.08-)1.12-1.18-1.24]. Los especímenes del PNLM presentaron basidiosporas de mayor tamaño que las de var. *acrior* pero más pequeñas que las descritas para la var. *megaspora*. Provisionalmente, la identidad al nivel de variedad de los especímenes del PNLM queda pendiente hasta poder compararlos detalladamente con los ejemplares tipo o material auténtico de la variedad típica y la var. *megaspora*.

SHAFFER (1964) señaló que la especie europea, *R. chloroides* (KROMBH.) BRES., probablemente sea sinónimo de *R. brevipes*. Rechazó el nombre europeo debido a que originalmente la especie fue descrita dentro de *Lactarius* y no como una especie de *Russula*, otros autores (SCHÄFFER, 1952) la han considerado sinónimo de *R. delica* y otros más (BLUM, 1962) la han interpretado de diferente manera, por lo tanto, señaló que el nombre podría ser una fuente de error. Por razones prácticas, se consideró seguir llamando *R. brevipes* a las recolecciones americanas y *R. chloroides* a las europeas al no contar con un trabajo que permita esclarecer su estado taxonómico y nomenclatural. ROMAGNESI (1967) y BON (1988) describieron a *R. chloroides* (var. *chloroides*) como una especie con basidiomas de porte esbelto, estípite más o menos alargado (que puede alcanzar el diámetro del pileo) y a menudo con tonos de color verde en el ápice, pileo infundibuliforme o estrechamente umbilicado, con la superficie lisa, satinada o un poco rugulosa y tonos de color amarillento, láminas juntas a muy juntas, estrechas, de color blanco glauco o verdoso al maltratarse, trama de color blanco o manchada de pardusco, con olor ferroso pero afrutado y reacción con FeSO_4 de color rojizo o rojo, basidiosporas de $7-11 \times 6-9 \mu\text{m}$, con ornamentación constituida principalmente por espinas que fácilmente alcanzan $1.5 \mu\text{m}$ de altura y algunas se unen por finas líneas formando casi un retículo completo, macrocistidios hasta de $130 \times 12 \mu\text{m}$, SBA+, pileipellis con hifas cilíndricas, de $3-6 \mu\text{m}$ de ancho, pileomacrocistidios raros o SBA+/- y que se desarrolla principalmente en bosques de latifoliadas neutro-acidófilos. En términos generales, las características morfológicas que distinguen a *R.*

chloroides también se presentan en los especímenes de *R. brevipes* del PNLM. Por lo tanto, es posible que ambos nombres representen a un solo taxón.

Russula delica es una especie cercana. SHAFFER (1964) señaló que *R. delica* se distingue por sus láminas distantes y basidiosporas con ornamentación de 0.4-1.0 μm de altura, mientras que *R. brevipes* presenta láminas juntas a muy juntas y basidiosporas con ornamentación de 0.7-1.7 μm de altura. Los especímenes del PNLM tratados aquí como *R. brevipes* difieren de *R. delica* principalmente en que sus basidiosporas son ligeramente más grandes, de 8.9-10.3-10.9-12.5 \times 7.2-8.0-8.6-9.8 μm y la ornamentación presenta espinas más altas, hasta de 2.0(-2.5) μm de altura, mientras que los ejemplares determinados como *R. delica* presentan basidiosporas de 8.2-9.7-11.7 \times 6.7-8.1-9.2 μm , con ornamentación constituida principalmente por verrugas hasta de 1.2 μm de altura.

La descripción de *R. romagnesianana* SHAFFER (1964) es prácticamente idéntica a la de *R. brevipes* con base en el concepto aquí seguido. Podría ser entonces considerada como una variedad de *R. brevipes* con basidiosporas pequeñas, ya que difiere únicamente por el tamaño de sus basidiosporas: 7.1-7.7-8.2-8.9 \times 5.8-6.3-6.7-7.1 μm . *R. romagnesianana* es considerada como una variedad de *R. chloroides* con basidiosporas pequeñas (*R. chloroides* var. *parvispora* ROMAGN.) por los autores europeos (p. ej., ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). Estos dos últimos autores separan al complejo de *R. delica* del de *R. brevipes* debido a que en el de esta última especie, las láminas son más juntas y estrechas, el estípite ligeramente más largo y las basidiosporas son más espinosas y reticuladas.

Dentro del PNLM, *R. brevipes* se ha recolectado exclusivamente bajo *Abies religiosa*. Sin embargo, se revisaron algunos ejemplares procedentes del Cofre de Perote, Veracruz, que presentan los mismos caracteres observados en los especímenes estudiados, pero recolectados bajo bosques de *Pinus patula*. Por lo tanto, *R. brevipes* puede asociarse tanto con *Abies* como con *Pinus*, al menos en la parte centro-oriente de México, prefiriendo hábitats ligeramente más húmedos a los observados para *R. delica* en el PNLM.

Algunos hongueros de Francisco Javier Mina consideran a *R. brevipes* un hongo venenoso y lo llaman "corneta mala", "corneta venenosa" o "corneta blanca venenosa". Sin embargo, esto no significa que sea un hongo tóxico ya que es consumida en otras localidades del PNLM (p. ej., Altamira Guadalupe, Los Pilares y San Isidro Buen Suceso, Fig. 9, Sitios 5, 6 y 10) y de Tlaxcala donde se aplican nombres como "borreguito", "corneta blanca", "pata de cabra", "pata", "tecajete" y "cuatecax" (Tabla 4).

6.1.1.2. *Russula delica* FR. 1838, *Epicrisis*: 350.

Fig. 32

Basidioma de tamaño mediano a grande, con hábito lactarioide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 60-135 mm de ϕ , plano-convexo a plano, con el centro muy depresso, umbilicado o infundibuliforme al madurar; margen no estriado, agudo o subagudo, ligeramente ondulado, a veces lobulado, incurvado, arqueado, recto o levantado en sección; pileipellis desprendible $<1/4$ del radio o fácilmente desprendible; superficie opaca o ligeramente brillante.

húmeda o seca, más o menos lisa o finamente fibrilosa, a veces ligeramente areolada en el centro; de color blanco, con tonos de color amarillo pastel (2A4), amarillo paja (3B4), amarillo (10YR 7/6-8), pardo amarillento (10YR 6/8) o pardo pálido (10YR 8/3-4). **Trama** dura y compacta, de 8-17 mm de ancho en el centro, 6-13 mm de ancho en el margen; de color blanco, con tonos de color amarillento bajo la pileipellis y de color amarillo pardusco o pardo amarillo (10YR 7/6-8) alrededor de las galerías producidas por larvas; olor poco apreciable, fúngico o ligeramente aromático; sabor suave, dulce, parecido a nuez, ligeramente picante o lactarioide. **Láminas** adheridas a decurrentes, subdistantes (3-7 láminas/cm a 1 cm del margen, 9-11 láminas+lámélulas/cm a 1 cm del margen, ± 4 láminas/cm en el margen), juntas o muy juntas (8-10 láminas/cm a 1/4 del radio junto al margen), a menudo poco bifurcadas y anastomosadas junto al estípite, intervenosas junto al margen, con numerosas lámélulas [(1-)-2-3 lámélulas entre 2 láminas]; quebradizas o flexibles, agudas, de 2-8 mm de ancho; de color blanco, crema blanquecino (IIa-b), amarillo pastel (1A3) o amarillo pálido (2A3); borde entero, del mismo color que el resto de la lámina o se mancha un poco de color pardo al madurar; sabor ligeramente picante o tardíamente picante. **Esporada** de color blanquecino a crema blanquecino (Ib-IIa; B-C). **Estípite** de 19-40 x 15-44 mm, cilíndrico, ligeramente atenuado en la parte inferior o anchamente obclaviforme; superficie opaca, seca, lisa o rugulosa, finamente pruinosa o subvelutinosa en el ápice; de color blanco o blanquecino, se mancha tardíamente de color pardo amarillo o pardo al madurar; sólido o con una caverna.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = violeta oscuro (16F6). Fenol = pardo muy oscuro (más oscuro que 8F8). FeSO_4 = rojo grisáceo (7B4, 8B5) a rosa (5YR 8/3). Guayacol = pardo vino o rojo y después púrpura; anaranjado en las láminas.

Basidiosporas de (7.6-)8.2-9.7-11.7(-12.4) x (6.3-)6.7-8.05-9.2(-9.9) μm , anchamente elípticas o subglobosas, a veces elípticas [$Q = (1.08-1.14-1.200-1.26(-1.31))$; $n = 52$], con ornamentación amiloide o a veces no completamente amiloide, de 0.4-1.2 μm de altura, constituida por verrugas, pequeñas crestas o verrugas catenuladas, obtusas, unidas por finas líneas, formando un retículo parcial a casi completamente reticuladas, además de algunas verrugas aisladas; placa ligeramente amiloide, verrugosa. **Basidios** de 42-54-67 x 8.6-10.7-12.3 μm , claviformes, con cuatro esterigmas hasta de 9.5 μm de largo, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroциstidios** de 56-79-115 x 4.7-7.7-10.7 μm , fusiformes, con el ápice mucronado o con algunas constricciones subapicales, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, de color amarillento y refringente en KOH, SV+. **Queilomacroциstidios** similares a los pleuromacroциstidios pero más pequeños. **Células marginales** poco diferenciadas de los basidiolos. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** de 125-261-424 μm de grosor, en forma de una cutis, poco diferenciada, con macroциstidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; suprapellis constituida por hifas de 1.5-6.6-8.7 μm de ancho, filamentosas, de pared delgada. células terminales con el ápice obtuso, algunas con pigmento incrustado de color amarillento y la pared ligeramente engrosada; con algunas células infladas entremezcladas de 6.7-10.4-13.5 μm de ancho; pileomacroциstidios cilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado pero a menudo con constricciones subapicales y contenido similar al de los pleuromacroциstidios. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada de la trama, con caulomacroциstidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Solitario o en pequeños grupos de 2-4 basidiomas, rara vez más. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus*, *Pinus-Alnus* y *Pinus-Abies*. A 3000-3500 msnm. Fructifica de mayo a octubre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera NE del Volcán La Malinche, Altamira, bosque de pino, 31-VIII-1989, *AME 497*; *ibid.*, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, bosque de *Pinus hartwegii*, 31-VII-1991, *AKL 2034*; Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al ONO de Francisco Javier Mina, bosque de *Pinus-Alnus*, 1-X-1989, *AME 535*; *ibid.*, 27-V-1992, *AKL 2255*; *ibid.*, 24-VI-1994, *AKL 2705* (todo en **TLXM**; ver Apéndice II, número 5).

OBSERVACIONES. Como fue señalado por SHAFER (1964), *Russula delica* ejemplifica bien uno de los principales problemas a que se enfrentan los actuales taxónomos que estudian macromicetos: la ausencia de material o espécimen tipo. Esta especie fue descrita por FRIES (1838) con las siguientes características: "píleo proporcionalmente carnoso, firme, umbilicado, ligeramente brillante; margen involuto, glabro, no estriado; estípote sólido, compacto, blanco; láminas decurrentes, delgadas, distantes, blancas. Comúnmente en pinos. Similar a *Lactarius vellereus* (FR.) FR. y con el cual frecuentemente se confunde; pero el píleo es regular, liso, glabro, con brillo blanquecino; láminas rectas, sin látex, de jóvenes un tanto con agua plorante. Trama sin látex y todo el hongo inmutable y blanco". Actualmente los autores europeos (ROMAGNESI 1967, BON 1988) reconocen a *R. delica*, de otras especies de la subsección *Lactarioideae*, por presentar esporada de color blanco o crema muy pálido, por sus láminas más o menos distantes, a menudo anchas, gruesas e intervenosas en el margen, estípote corto, reacción lenta, de color poco brillante y tenue (rosa o rosa anaranjado) con FeSO_4 , basidiosporas más o menos crestadas, y hábitat principalmente calcícola. Reconocen tres variedades: *R. delica* (variedad típica *sensu* ROMAGNESI = var. *delica sensu*. BON 1988), *R. delica* var. *trachyspora* ROMAGN. y *R. delica* var. *puta* ROMAGN. La var. *trachyspora* se distingue de la variedad típica por sus basidiosporas con ornamentación más espinosa (similar a la de *R. chloroides*), con los elementos menos anastomosados, el píleo más regular (depresión más aguda), la superficie más lisa o poco rugosa y más brillante, el estípote pruinoso o sedoso, y el hábitat menos calcícola (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). El material tipo (Apéndice I) de esta variedad presenta basidiosporas de $8.0\text{-}9.3\text{-}10.3 \times 6.8\text{-}7.6\text{-}8.3 \mu\text{m}$ [$Q = 1.13\text{-}1.23\text{-}1.30$; $n = 30$]. La var. *puta* se distingue de la variedad típica y de la var. *trachyspora* por sus basidiosporas más pequeñas, de $7.7\text{-}9.2\text{-}(10.0) \times 6.5\text{-}7.0 \mu\text{m}$, fuertemente reticuladas, las láminas menos distantes, menos anchas, menos gruesas (recordando a las de *R. chloroides*), con sabor menos picante, y la probable ausencia de pileomacrocistidios (ROMAGNESI 1967, BON 1988).

En América se conoce una variedad descrita de Costa Rica por SINGER (1989): *R. delica* var. *centroamericana*. Esta variedad se distingue por presentar láminas distantes, carecer de pileomacrocistidios, y crecer en asociación con árboles del género *Quercus* (SINGER, 1989). Se revisó el material tipo de esta variedad (Apéndice I) y se observó que la principal diferencia macroscópica con respecto a los especímenes estudiados es que en la var. *centroamericana* las láminas son más distantes que los ejemplares del PNLM. Los especímenes estudiados no presentan las láminas típicamente distantes como son descritas para la variedad típica, la var. *trachyspora* y la var. *centroamericana*, y más bien recuerden a las de la var. *puta* o a las de *R. brevipes*. No obstante, microscópicamente presenta pileomacrocistidios, sus basidiosporas son grandes y con ornamentación verrugosa, casi idéntica a la descrita para la variedad típica por

ROMAGNESI (1967). Por lo tanto, en el presente trabajo, los especímenes estudiados se determinaron como *R. delica* sin distinción al nivel de variedad.

Los especímenes del PNLM se distinguen de *R. brevipes* principalmente por la ornamentación y el tamaño de las basidiosporas. *R. brevipes* presenta basidiosporas ligeramente mayores y más espinosas, con espinas hasta de 2.0(2.5) μm de altura. Además, el estípite en los especímenes de *R. brevipes* procedentes del PNLM casi siempre presentan la superficie del píleo total- o parcialmente velutinosa y las láminas a menudo presentan tonos de color verde azulado en la unión con el estípite.

R. delica fue registrada por primera vez para México por SINGER (1957b) del Estado de México. Sin embargo, se ha observado que en diferentes especímenes depositados en los herbarios nacionales el nombre de *R. delica* o más a menudo el de *R. brevipes* se ha utilizado indistintamente para nombrar a la mayoría de los especímenes mexicanos de esta subsección.

Dentro del PNLM esta especie crece en asociación con árboles del género *Pinus*. Fuera del área de estudio se han encontrado especímenes asociados con *Quercus* que presentan láminas más distantes y concuerdan bien con *R. delica* var. *centroamericana*.

Los hongueros de Francisco Javier Mina consideran a *R. delica* un hongo comestible y es llamado "corneta", "corneta blanca" o "corneta buena". En otras localidades del PNLM y de Tlaxcala designan a esta especie como "borreguito", "cuatecax", "nacascuetlax", "orejitas", "pata", "pata de cabra", "tecajete", "tecax", "tecax blanco" o "toropos".

6.1.1.3. *Russula romagnesiana* SHAFFER 1964, *Mycologia* 56: 217.

= *R. chloroides* var. *parvispora* ROMAGN. 1962, Bull. Soc. Linn. Lyon 31: 173.

Fig. 33

Basidioma de tamaño grande o muy grande, con hábito lactarioide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Píleo** de 100-225 mm de \varnothing , convexo, con el centro muy depresso a infundibuliforme; margen no estriado, agudo, ondulado, a veces ligeramente lobulado; pileipellis desprendible 1/4 del radio; superficie opaca, seca, radialmente rugulosa, glabra o finamente fibrilosa; de color blanco, con tonos de color amarillo (10YR 7-8/6), amarillo pastel (2-3A4), amarillo cera (3B5), amarillo grisáceo (4B-C4), amarillo maíz (4B5), arcilla (5D5), amarillo miel (5D6), canela (6D6), pardo muy pálido (10YR 7/4), pardo (6D7) o marrón (6E6). **Trama** de 6-11 mm de ancho en el margen; de color blanco, con tonos de color amarillo cera (3B5) a pardo (6D7) alrededor de las galerías de los gusanos; olor poco apreciable, ligero, afrutado o desagradable al madurar; sabor suave, parecido a nuez. **Láminas** adheridas o subdecurrentes, juntas (3-5 láminas/cm o 7-11 láminas+lámélulas/cm a 1 cm del margen; 104-124 láminas en un píleo completo) o muy juntas, bifurcadas cerca del estípite o junto al píleo, a veces poco, anastomosadas junto al píleo, intervenosas, con numerosas lámélulas; agudas, quebradizas, de 2-10 mm de ancho; de color crema (IIa-c), a veces con tonos de color gris verdoso (27-28B2) en la unión con el estípite; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor parecido a nuez, amargo o tardíamente picante. **Esporada** de color blanquecino a crema blanquecino (Ib-

Ila; B-C). **Estípite** de 25-60 x 14-50 mm, cilíndrico o atenuado en la base; superficie opaca, seca, rugulosa longitudinalmente, velutinosa en el ápice, a veces totalmente; de color blanco, con tonos de color amarillo pálido (2-3A3), amarillo pardusco (10YR 6/6) o pardo amarillento (5F6) al manipularlo o al madurar; sólido o en partes hueco.

Reacciones macroquímicas (trama). Fenol = pardo oscuro (8F7, 9F8). FeSO₄ = rojo pálido (7A3), rojo pastel (7-8A4), rojo opaco (8B4) o anaranjado pardusco (7C4). Guayacol = rojo pardusco (11C7), violeta pardusco (11D6), rojo granate (11E8), rojo azulado (12B7), rojo rosa (12B8) a rubí grisáceo (12C7-8).

Basidiosporas de 7.1-7.7-8.2-8.9(9.2) x (5.5-)5.8-6.3-6.7-7.1 µm, anchamente elípticas (Q = 1.22-1.24; n = 102), con ornamentación parcial o completamente amiloide, de 0.7-1.5 µm de altura, constituida por espinas y verrugas, parcialmente aisladas o en parte unidas por finas líneas, formando un retículo parcial; placa ligeramente amiloide. **Basidios** de 41-49-58 x 7.0-8.3-9.7 µm, claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 55-70-93 x 5.6-7.1-8.5 µm, fusiformes, con el ápice mucronado a subrostrado, a menudo con constricciones subapicales, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+. **Queilomacroscistidios** de 50-65-86 x 5.2-6.9-7.5 µm, similares a los pleuromacroscistidios. **Células marginales** no o poco diferenciadas de los basidiolos. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de una cutis, poco diferenciada, con macroscistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; constituida por hifas de 2.2-4.1-7.6 µm de ancho, filamentosas, de pared delgada, algunas con pigmento incrustado de color amarillento y la pared ligeramente engrosada; células terminales con el ápice obtuso; pileomacroscistidios cilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado pero a menudo con constricciones subapicales, contenido similar al de los pleuromacroscistidios. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada de la trama, con caulomacroscistidios. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Solitario o en pequeños grupos de 2-6 basidiomas. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus-Alnus* y *Pinus-Abies*. A 3300-3500 msnm. Fructifica de julio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 25-IX-1991, AKL 2221; *ibid.*, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al ONO de Francisco Javier Mina, bosque de *Pinus-Alnus*, 22-VII-1994, AKL 2747; *ibid.*, 18-IX-1994, AKL 2798 (todo en TLXM; ver Apéndice II, número 15).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por el tamaño y la ornamentación de sus basidiosporas. Macroscópicamente, los especímenes del PNLM son prácticamente idénticos a los de *R. brevipes*, excepto en que la superficie del estípite es únicamente velutinosa en la parte superior o en algunos especímenes completamente glabra (rugulosa). SHAFFER (1964) mencionó que esta especie también se distingue por la presencia de incrustaciones en las hifas de la pileipellis. En la pileipellis de los especímenes de *R. delica* y *R. brevipes* del PNLM se han observado estas incrustaciones. SINGER (1989) también describió a *R. delica* var. *centroamericana* con este tipo de incrustaciones. Por lo tanto, este carácter no es de importancia taxonómica para separar a *R. romagnestana*.

El tamaño de las basidiosporas descrito por SHAFFER (1964) es de 6.4-8.0 x 6.1-6.8 μm . El material tipo (Apéndice I) presenta basidiosporas dentro de este intervalo. Sin embargo, la mayoría de los especímenes estudiados presentaron basidiosporas ligeramente mayores. Nosotros creemos que nuestros ejemplares corresponden con este taxón debido a que los autores europeos mencionan que pueden existir ejemplares (de *R. chloroides* var. *parvispora*) con basidiosporas de tamaño ligeramente mayores a 8 μm de longitud. Por lo tanto, también creemos que *R. romagnesianae* podría ser considerada únicamente una variante de *R. brevipes* con basidiosporas pequeñas, como la consideran los autores Europeos: *R. chloroides* var. *parvispora sensu* ROMAGNESI, BON.

En el PNLM, *R. romagnesianae* crece en asociación tanto con *Abies* como con *Pinus* y es más abundante que *R. brevipes*.

Las observaciones sobre la comestibilidad y nombres vernáculos de *R. brevipes* se aplican de igual forma a *R. romagnesianae* dentro del PNLM.

Subsección PALLIDOSPORINAE BON 1986

Basidioma con apariencia lactarioide. **Pileo** inicialmente de color blanco, blanquecino o amarillento pálido, después desarrollando tonos de color amarillento, ante canela, o pardo amarillento. **Trama** con sabor suave, amargo o picante. **Láminas** con numerosas lamélulas. **Esporada** de color crema a amarillo (IIc-IVe; C-H). **Estípite** con la superficie lisa. **Basidiosporas** con la placa hialino, o mal definida. **Cistidios himeniales** presentes (macrocistidios). **Pileipellis** generalmente sin macrocistidios. **Especie tipo:** *R. pallidospora* (J. BLUM) ROMAGN.

Observaciones. Dentro de esta subsección se incluyen a las especies similares a *Russula delica* pero que presentan esporada de color crema a amarillo, la basidiosporas no presentan una mancha amiloide bien definida y la pileipellis a menudo carece de macrocistidios (BON, 1988). Esta separación no parece funcionar si se consideran especies de otras regiones del mundo, p. ej., *R. afrodelica* BUYCK, que presenta esporada de color blanco y basidiosporas con placa no amiloide (BUYCK, 1994). Sin embargo, *R. pallidospora*, junto con *R. littoralis* ROMAGN., forma parte de un clado separado de *R. delica* y *R. chloroides* en el análisis filogenético presentado por MILLER y BUYCK (2002).

En el PNLM se recolectó una especie perteneciente a esta subsección, similar en muchos aspectos a *R. pallidospora*.

6.1.1.4. *Russula* cf. *pallidospora* (J. BLUM) ROMAGN. 1967, *Les Russules*: 233-234.

Fig. 34

Basidioma de tamaño mediano a grande, con porte lactarioide, en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 50-95 mm de \varnothing , convexo con el centro muy depresso o infundibuliforme;

margen no estriado, agudo o subagudo, ligeramente ondulado, a veces ligeramente lobulado-plegado; pileipellis desprendible 1/4-1/2 del radio; superficie seca, ligeramente húmeda o ligeramente viscosa, opaca o ligeramente brillante, rugulosa en el margen, glabra, subglabra o innatamente fibrosa en el margen, a veces finamente granulosa, areolada por partes en el centro o un poco agrietada en la depresión central; de color blanquecino, amarillo pálido (2-3A3), amarillo cera (3B5), amarillo grisáceo (3C5), amarillo olivo (3C6), amarillo mantequilla (4A5), amarillo maíz (4B5) o amarillo oro (4C6). **Trama** compacta y dura, de 5-8 mm de ancho en el margen; de color blanco, con tonos similares a los del pileo bajo la pileipellis, no cambia de color al corte, se torna de color amarillento pálido o pardo amarillento pálido alrededor de las galerías producidas por las larvas, sobre todo en el estípite; olor aromático, afrutado; sabor ligeramente picante, parecido a nuez o suave, no amargo. **Láminas** adheridas a subdecurrentes, juntas o subdistantes ($f = 14-16.3-19$; 92-108 láminas en un pileo completo), no o poco bifurcadas junto al estípite, anastomosadas y a veces bifurcadas hacia y junto al pileo, con numerosas lamélulas [(0-)1(-2) lamélulas entre 2 láminas]; agudas, de 2-7 mm de ancho, duras pero quebradizas; de color amarillo pálido (2A3) o crema blanquecino a ocre pálido (ROMAGNESI IIa-IIIa), con tonos de color pardo mostaza al madurar (5E6); borde entero, del mismo color que el resto de la lámina, a veces se torna de color pardo mostaza (5E6) al madurar; sabor muy picante, no amargo. **Esporada** de color crema (ROMAGNESI IIa-c). **Estípite** de 35-40 x 15-38 mm, cilíndrico, atenuado en la parte inferior o en la parte superior; superficie opaca, seca, rugulosa o rugosa longitudinalmente, a veces ligeramente areolado en partes, ápice no pruinoso ni velutinoso; de color blanco, se mancha de color amarillo pastel (3A4), arcilla (5D5), bronce (5E5) o pardo mostaza (5E6) al manipularlo y desarrollando tonos del mismo color que el pileo en la parte inferior; sólido o cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = magenta grisáceo (14E6) o violeta oscuro (16F6, 18F5). $FeSO_4$ = rosa o rojo pastel (8A3, 9A4). Fenol = pardo oscuro (8F8). Formaldehído = rojo pastel (9A4, 10A5). Guayacol = gris pardusco (6F8) a pardo violeta (9E7).

Basidiosporas de (6.3-)6.7-7.2-7.7-8.8(-9.2) x (4.8-)5.1-5.5-5.9(-6.2) μm , elípticas a anchamente elípticas, a veces elongadas [$Q = (1.20-)$ 1.21-1.34-1.39-1.49(-1.62); $n = 64$], con ornamentación amiloide o con algunos elementos parcialmente amiloides, de 0.2-0.7 m de altura, constituida por verrugas y pequeñas crestas, unidas por finas líneas, formando un retículo parcial; placa reducida, con elementos ligeramente menores al resto de la ornamentación o a veces con una pequeña mancha ligeramente amiloide. **Basidios** de 48-54-59 x 7.8-9.4-10.8 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 59-94-128 x 6.6-8.0-9.3 μm , fusiformes, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+. **Queilomacroscistidios** de 56-88-120 x 5.9-7.3-8.7 μm , similares a los pleuromacroscistidios. **Células marginales** no o poco diferenciadas de los basidiolos. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de una cutis, poco diferenciada, con macroscistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; constituida por hifas de 1.2-1.9-2.5 μm de ancho, filamentosas, de pared delgada, algunas con pigmento incrustado de color amarillento y la pared ligeramente engrosada; células terminales con el ápice obtuso; pileomacroscistidios de 5.5-6.2 μm de ancho, cilíndricos a subfusiformes, con el ápice obtuso o con constricciones subapicales, de pared delgada, contenido similar al de los pleuromacroscistidios. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada de la trama. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Basidiomas subgregarios. Sobre el suelo. En bosques de *Pinus-Abies*. A 3300 msnm. Fructifica en septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, ladera E del volcán, Cañada Grande, bosque de *Pinus-Abies*, 25-IX-1991, *AKL 2218*; *ibid.* 15-IX-1995, *AKL 2881* (ambos en **TLXM**; ver Apéndice II, números 4, 6, 7 y 13).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue de las otras especies de la subsección *Lactarioideae* recolectadas en el PNLM por el color de la esporada y las dimensiones y ornamentación de las basidiosporas. Por estas características se relaciona con las especies Europeas tratadas por BON (1988) dentro de la subsección *Pallidosporinae* y de las especies Americanas, con las del grupo de *Russula vesicatoria* BURL. (SHAFFER, 1964). En estas especies, el sabor de la trama parece ser un carácter importante. Sin embargo, BILLS (1986) señaló que el sabor en estas especies es dependiente de la edad del basidioma y no es tan constante como se había pensado. Por el color de la esporada y la forma de la ornamentación de las basidiosporas se parece a *R. pallidospora* (J. BLUM) ROMAGN. de Europa, y por el sabor de la trama y la altura de la ornamentación a *R. inopina* SHAFFER y *R. cascadenis* SHAFFER de EUA (Apéndice II, números 4, 7 y 13).

Parece ser una especie poco común dentro del PNLM y no se conocen datos sobre su uso, comestibilidad o nombres vernáculos.

Sección COMPACTAE FR. 1838

Basidioma de tamaño pequeño a muy grande, generalmente camoso, sin velo. **Pileo** con el margen agudo, rara vez obtuso; pileipellis no o poco separable, superficie seca o viscosa, glabra, pruinosa, granulosa, flocosa, escuamulosa, tomentosa o areolado-escuamulosa, a menudo de color oscuro, pardo, gris, negruzco o púrpura violáceo, rara vez blanquecino. **Trama** de color blanco, cambia a menudo a un color rojo o gris y finalmente pardo grisáceo o negruzco con la edad o al corte; sabor suave, mentolado o picante; reacción de color chocolate o pardo vináceo con fenol. **Láminas** en general con numerosas lamélulas entremezcladas, agudas, rara vez obtusas. **Esporada** de color blanco a blanquecino (Ia-b; A-B). **Basidiosporas** a menudo con ornamentación formada por elementos interconectados; placa no amiloide. **Basidios** elongados. **Cistidios himeniales** abundantes, rara vez ausentes. **Células marginales** a menudo bien diferenciadas y abundantes. **Pileipellis** poco diferenciada, con hifas terminales más o menos infladas, a menudo con abundante pigmento vacuolar distintivo de color pardo oscuro; pileomacroscistidios a menudo capitados, contenido poco abundante, rara vez sin pileomacroscistidios; sin hifas primordiales incrustadas. **Especie tipo:** *R. nigricans* (BULL.) FR.

Observaciones. Esta sección incluye a las especies de uno de los grupos más fáciles de reconocer dentro del género. Se distinguen por que la trama casi siempre es dura y compacta, a menudo se mancha distintivamente de color rojizo, pardo, grisáceo o negruzco al maltrato y el basidioma se torna color grisáceo en seco. El pigmento es evidente al realizar preparaciones de la pileipellis, observándose grandes vacuolas de color pardo oscuro en las partes coloreadas.

Subsección NIGRICANTINAE BATAILLE 1908

Basidioma tornándose de color pardo grisáceo o grisáceo en seco. **Pileo** con el margen no estriado, agudo. **Trama** al principio dura y firme, a menudo cambiando a un color rojizo o negruzco al corte o al maltrato. **Láminas** con numerosas lamélulas entremezcladas. **Esporada** de color blanco (Ia; A). **Basidiosporas** con placa no amiloide. **Basidios** alargados. **Pileipellis** con la suprapellis no fuertemente diferenciado de la subpellis; con o sin macroscistidios, sin incrustaciones ácido-resistentes ni hifas primordiales. **Especie tipo:** *R. nigricans* (BULL.) FR.

Observaciones. Esta subsección incluye a la mayoría de las especies conocida dentro de esta sección. Se distingue de otros subsecciones similares porque en sus especies la trama cambia distintivamente a un color rojizo o negruzco al corte o al maltrato y los pileomacroscistidios en general son poco evidentes o estar ausente. En las otras subsecciones la trama no se cambia mucho de color al maltrato o con la edad, los macroscistidios (pleuro- y pileo-) pueden estar ausentes o los pileomacroscistidios ser grandes y evidentes.

Dentro de la subsección se reconocen dos grupos principales, el de las especies que se manchan inicialmente de rojizo al corte o al maltrato y después pardo, grisáceo o negruzco, y el grupo que incluye especies en las que la trama se mancha directamente a un color grisáceo o negruzco. SHAFFER (1962) utilizó el grosor de la pileipellis como un carácter importante para separar a las especies de esta subsección. BUYCK (1993) por otra parte, utilizó la presencia o ausencia de pileomacroscistidios para distinguir grupos dentro de la subsección.

Dentro del PNLM se detectó la presencia de tres especies. Una muy común, que se desarrollan tanto en bosques de *Pinus* como de *Abies* y que se determinó como *R. acrifolia*. Macroscópicamente, se distingue por el sabor picante de sus láminas. Las otras dos especies se recolectaron en una sola ocasión. Una fue encontrada en la ladera SE del volcán y fue determinadas como *R. albonigra* KROMBH. El área donde fue encontrada a sido explorada regularmente y no se ha vuelto a recolectar por lo que se piensa que es una especie rara o poco común en el área de estudio. La otra especie se determinó como *R. cf. densifolia* f. *fragrans* SHAFFER y se recolectó en las partes bajas de la ladera O bajo *Quercus* en un bosque de *Pinus-Quercus*. Debido a que este tipo de bosque no ha sido explorado, desconocemos si esta última especie es abundante o no.

Clave para las especies de la subsección *Nigricantinae* presentes en el PNLM

1. Trama cambiando a un color pardo oscuro o negruzco al maltrato. Basidiosporas con ornamentación hasta de 0.3 µm de altura. Pileipellis menor de 160 µm de ancho en el centro del píleo **R. albonigra** (p. 69)
1. Trama cambiando a un color rojizo y después a pardo oscuro o negruzco al maltrato. Basidiosporas con ornamentación mayor de 0.3 µm de altura. Pileipellis mayor de 160 µm de ancho en el centro del píleo 2
2. Basidioma mediano a muy grande. Láminas muy juntas a subdistantes, con sabor picante o muy picantes. Pileipellis constituido principalmente por hifas largas y delgadas, con pocas células infladas o ventricosas **R. acrifolia** (ver abajo)
2. Basidioma mediano. Láminas subdistantes a distantes, con sabor suave a ligeramente picante. Pileipellis formado por hifas largas y delgadas, entremezcladas con células cortas, infladas a ventricosas **R. cf. densifolia** f. *fragrans* (p. 70)

6.1.1.5. *Russula acrifolia* ROMAGN. 1997, *Doc. Mycol.* 26 (104): 32.

- = *Russula densifolia* var. *caucasica* SINGER 1929, Beih. Bot. Centralb. 46: 90.
- = *Russula caucasica* (SINGER) SINGER 1951, Lilloa 22: 714.
- = *Russula adusta* f. *rubens* ROMAGN. 1944, Bull. Soc. Mycol. France 59: 71.
- = *Russula adusta* var. *rubens* (ROMAGN.) KÜHNER y ROMAGN. 1953, Fl. Anal. Champ. Sup.: 441.

Fig. 35

Basidioma mediano a muy grande, con porte lactarioide a tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Píleo** de 65-180 mm de Ø, convexo a plano, con el centro deprimido o infundibuliforme; margen agudo, subagudo o subobtusado, no estriado, ondulado, incurvado en sección; pileipellis separable 1/4-1/2 del radio; superficie a menudo brillante en el centro y opaca en el margen, viscosa en tiempo húmedo o seca, glabra, lisa o un poco rugulosa; de color pardo amarillento (10YR 5-3/4), pardo pálido (10YR 8/4), pardo oscuro (10YR 4-3/3, 4-2/2), pardo rojizo (5YR 5/4), pardo grisáceo oscuro (10YR 3/1-2), gris oscuro (7.5YR 3/0) o negro (10YR 2/1) en el centro, blanco, amarillo (10YR 8/6), pardo pálido (10YR 7-8/4), pardo amarillento

(10YR 6-3/4, 4/3), pardo oscuro (10YR 3/3) o pardo grisáceo en el margen. **Trama** dura, de 5-12 mm de ancho en el margen, de 10-14 mm de ancho en el centro; de color blanco o blanquecino (1A2), con tonos de color pardo (10YR 4/3), pardo grisáceo (10YR 5/2), gris pardusco (10YR 6/2) o gris (10YR 7-6/1) bajo la pileipellis y sobre las láminas, a veces con tonos rojizos al corte, se mancha de color rojizo (10R 6-5/8, 2.5YR 6-4/8) o rojo (8E-F6; 2.5YR 5/6), después de color pardo rojizo (5YR 5-4/6, 4-3/4, 4/3; 7.5YR 4-3/2) y finalmente pardo oscuro (10YR 4-3/3), pardo grisáceo oscuro (10YR 5-3/2), gris (10YR 4/1) o negruzco (10YR 3/1) al maltrato; olor ligero o poco apreciable; sabor suave o no apreciable. **Láminas** subadheridas a decurrentes, muy juntas a distantes (4-8/cm a 1 cm del margen, sin incluir lamélulas), no o poco bifurcadas cerca del estípite, anastomosadas junto al píleo, intervenosas, con numerosas lamélulas[(1-)2-3 lamélulas entre dos láminas]; más o menos gruesas (0.75 mm), de 3-13 mm de ancho; de color blanquecino, marfil o crema (IIa-d; 2-4A3); se manchan de color rojizo anaranjado a salmón y después de color pardo grisáceo o negruzco al maltrato; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina, se mancha de color pardo pálido (10YR 7/4) o de igual forma que la trama; sabor ligeramente picante o muy picante, a veces ligeramente mentolado. **Esporada** de color blanco (Ia; A). **Estípite** de 20-100 x 22-50 mm, cilíndrico, obclaviforme o ligeramente ensanchado en la base; superficie opaca, seca, lisa o ligeramente rugulosa longitudinalmente, a veces plegado-alveolada en la base; de color blanco, con tonos de color pardo pálido (10YR 7/4), pardo amarillento (10YR 6/4), pardo (10YR 6-4/3), pardo grisáceo (10YR 6-4/2, 2.5Y 4/2), negruzco (10YR 2-3/1) o rojizo, se mancha de color pardo (10YR 7-5/3), pardo grisáceo (10YR 5/2) o gris (10YR 7-6/2) al manipularlo y de igual forma que la trama al maltrato; sólido o cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = violeta oscuro (16-17F4). Fenol = pardo oscuro (9F8) o pardo violeta (10E8). FeSO_4 = anaranjado pálido a salmón (6A3-4) o verde grisáceo (25E6), verde botella (26F4), verde oscuro (28F3) a gris olivo (5Y 5/2); amarillento sobre las láminas. Guayacol = rojo ladrillo oscuro a rojo anaranjado oscuro; rojizo sobre el píleo y láminas. KOH = pardo olivo; pardo amarillento sobre el píleo; amarillento en las láminas.

Basidiosporas de 7.9-8.2-9.1-11.2 x 5.9-6.6-7.2-8.7 μm , anchamente elípticas a elípticas, a veces subglobosas ($Q = 1.13-1.26-1.34-1.46$; $n = 32$), con ornamentación amiloide, de 0.3-0.6 m de altura, constituida por verrugas y pequeñas crestas obtusas, unidas por finas líneas, formando un retículo parcial y algunos elementos aislados; placa no amiloide. **Basidios** de 50-80 x 7.5-11.5 μm , claviformes, alargados, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** bien diferenciadas, lageniformes, a veces rostradas y sinuosas, de pared delgada, con pigmento vacuolar de color pardo. **Pleuromacroscistidios** de 65-100 x 5.0-6.5 μm , abundantes, subcilíndricos a fusiformes, a menudo con el ápice mucronado o con algunas constricciones subapicales y diverticulados, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV- o con la reacción débil. **Queilomacroscistidios** similares a los pleuromacroscistidios pero más pequeños y a veces con un septo. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** de 164-365 μm de grosor, diferenciado en sub- y suprapellis; con macroscistidios, sin hifas primordiales; a menudo gelatinizado: suprapellis en forma de un tricodermis modificado, formada principalmente por hifas de 1.5-5.3 μm de ancho, cilíndricas, rectas, rara vez sinuosas, con el ápice obtuso, con pigmento vacuolar abundante, de color pardo; rara vez con algunos segmentos intercalares ligeramente inflados, hasta de 7.9 μm de ancho; pilcomacroscistidios, delgados, hasta 6.0 μm de ancho, escasos o abundantes, cilíndricos a

fusiformes, a menudo diverticulados en el ápice, de pared delgada, con poco contenido refringente en KOH, SV-. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Basidiomas solitarios a subgregarios. Sobre el suelo. En bosque de *Abies-Pinus* y *Pinus-Alnus*. A 3000-3500 msnm. Fructifica de julio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA; Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 11-VII-1990, *AKL 1560*; *ibid.*, 30-VIII-1991, *AKL 2129*; *ibid.*, 25-IX-1991, *AKL 2217*; *ibid.*, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al ONO de Francisco Javier Mina, 27-VII-1990, *AME 723*; *ibid.*, 27-V-1992, *AKL 2257*; *ibid.*, 15-VII-1994, *AKL 2743*; *ibid.*, 27-VII-1994, *AKL 2751*; *ibid.*, 26-IX-1994, *AKL 2808*; *ibid.*, 8-X-1994, *AKL s.n.*; *ibid.*, 29-X-1994, *AKL s.n.* (todos en **TLXM**; ver Apéndice II, número 1).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por la trama que se mancha de color rojizo y después pardo grisáceo o negruzco al maltrato, sabor ligeramente picante a muy picante de las láminas, y la pileipellis constituida principalmente por hifas delgadas. *Russula nigricans* también presenta una trama que se mancha de color rojizo y después pardo grisáceo o negruzco al maltrato, pero el sabor generalmente es suave, no picante, las láminas son distantes y la pileipellis no presenta macrocistidios. *R. acrifolia* presenta láminas más juntas y la pileipellis contiene macrocistidios.

R. acrifolia fue descrita por primera vez como *R. adusta* f. *rubens* ROMAGN. [= *R. adusta* var. *rubens* (ROMAGN.) KÜHNER y ROMAGN.]. De acuerdo con ROMAGNESI (1967), *R. acrifolia* se ha confundido y descrito bajo el nombre de *R. densifolia* por micólogos como SCHÄFFER (1952), BLUM (1962) y SHAFER (1962). Este autor argumentó que las características de la trama de *R. densifolia* en el sentido de varios autores no son las mismas características que menciona SECRETAN en su descripción original y por lo tanto, creó el nombre de *R. acrifolia* para designar a la *R. densifolia sensu* SCHÄFFER (1952).

R. densifolia sensu ROMAGNESI (1967) es una especie que produce basidiomas de tamaño pequeño o mediano, con la superficie del pileo seca y de color pardo con tonos oliváceos, trama con sabor suave, láminas juntas o muy juntas, con sabor suave o ligeramente picante, y la pileipellis constituida por hifas más anchas o infladas.

R. densifolia var. *caucasica* SINGER es un sinónimo de *R. acrifolia* (SINGER, 1982, 1986) y fue considerada como un sinónimo de *R. densifolia* f. *densifolia* por SHAFER (1962). Por lo tanto, *R. densifolia* f. *densifolia sensu* SHAFER es *R. acrifolia*. Con base en lo señalado, probablemente el reporte de *R. densifolia* realizado por SHAFER (1962) de Oaxaca en realidad corresponda con *R. acrifolia*. Sin embargo, es necesario revisar el material de Oaxaca debido a que KIBBY y FATTO (1990) mencionaron que probablemente *R. densifolia sensu* SHAFER involucre a más de una especie.

Esta especie se considera un hongo venenoso por lo hongueros del PNLM y a menudo es llamado "corneta venenosa".

6.1.1.6. *Russula albonigra* (KROMBH.) FR. 1874, *Hymenomyc. Eur.*: 440.

- ≡ *Agaricus alboniger* KROMBH. 1845, Naturg. Abb. Besch. essb. schädli. verd. Schwämme 9: 27.
 = *Russula nigricans* var. *albonigra* (KROMBH.) COOKE et QUÉL. 1878, Clav. Syn. Hymen. Eur.: 143.
 = *Russula adusta* var. *albonigra* (KROMBH.) MASSEE 1893, Brit. Fungus Fl. 3: 52.
 = *Russula adusta* ssp. *albonigra* (KROMBH.) KONRAD et MAUBL. 1938, Ic. Sel. Fung. 6: 407.
 = *Russula sordida* PECK 1874, Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci. 1: 57.
 = *Russula subsordida* PECK 1906, New York State Mus. Bull. 105: 40, pl. 99, f. 1-5.

Fig. 36

Basidioma mediano a muy grande, con hábito lactarioide a tricolomatoide, en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Pileo** de 60-80 mm de Ø, plano con el centro deprimido y el margen levantado; margen agudo, no estriado, ondulado; pileipellis desprendible únicamente en el margen; superficie seca; de color blanquecino, en parte es de color pardo oscuro en el centro y negro en el margen, se mancha de amarillo en el centro y de negro en algunas partes del margen. **Trama** dura, de 12 mm de ancho; de color blanco, se mancha de color pardo oscuro o negruzco, gris en los ejemplares maduros, gris negruzco y en partes pardo oscuro, con el tiempo adquiere tonos de color anaranjado; olor fúngico; sabor no apreciable, no picante. **Láminas** más o menos juntas, intervenosas, con numerosas lamélulas; estrechas, hasta de 3 mm de ancho, quebradizas; de color blanco; borde entero, se mancha de color pardo oscuro y a veces de gris azulado. **Esporada** de color blanco (Ia; A). **Estípite** 16-39 x 20-21 mm, cilíndrico; superficie rugulosa longitudinalmente; de color blanquecino, se mancha de pardo grisáceo o pardo oscuro; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = violáceo oscuro. Guayacol = violáceo. KOH = oliváceo.

Basidiosporas de 7.2-8.9-10.2 x 5.6-6.5-7.6 µm, elípticas a anchamente elípticas (Q = 1.29-1.37-1.47; n = 32), con ornamentación amiloide, de 0.1-0.3 µm de altura, constituida por finas verrugas, unidad por finas líneas, formando un retículo parcial y con algunas verrugas aisladas; placa no amiloide. **Basidios** de 50-65 x 8-10 µm, claviformes, alargados, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacrociostidios** de 80-130 x 6.5-9.5 µm, cilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado, de pared delgada, casi completamente rellenos de contenido granular a vacuolar, refringente en KOH, SV- o con la reacción ligera. **Queilomacrociostidios** similares a los pleuromacrociostidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** menor de 160 µm de grosor, en forma de una cutis, no o poco gelatinizada, sin macrociostidios ni hifas primordiales; constituido por hifas de 3-5 µm de ancho, con el ápice obtuso o ligeramente atenuado, entrelazadas, con abundante pigmento vacuolar de color pardo, de pared delgada; sin pileomacrociostidios ni hifas primordiales. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero con caulomacrociostidios. **Fíbulas** no observadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus-Alnus*. A 3100 msnm. Fructifica en octubre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del volcán, 4-7 km al ONO de Francisco Javier Mina, 1-X-1989, AME 531 (TLXM; ver Apéndice II, número 2).

OBSERVACIONES. El material del PNLM se distingue porque la trama cambia a un color pardo oscuro o negruzco al maltrato, y por la ornamentación baja de sus basidiosporas. *R. albonigra sensu* ROMAGNESI (1967) y SHAFFER (1962) es una especie que forma basidiomas con la superficie del píleo seca y opaca, de color pardo oscuro, claro o pálido, trama que se mancha de grisáceo a negruzco al maltrato (ocasionalmente con tonos rojizos) y sabor mentolado, ligeramente picante o suave, láminas juntas o subdistantes, a veces manchadas de color rojizo al maltrato y sabor suave, basidiosporas con ornamentación baja, hasta de 0.2-0.3 μm de altura, cystidios himeniales sin reacción con SV o SBA, y la pileipellis con macrocistidios.

R. albonigra sensu SINGER (1982) es una especie diferente a la concebida por ROMAGNESI o SHAFFER, y se caracteriza por presentar el píleo no viscoso pero en partes brillante, de color pálido y después negruzco, trama que se mancha inmediatamente de color negruzco al maltrato, con sabor picante pero no persistente, basidiosporas con ornamentación de 0.2-0.5 μm de altura, macrocistidios reactivos a la SV o SBA, y la pileipellis sin macrocistidios. SINGER (1982, 1986) señaló como sinónimos de su especie a *R. michiganensis* SHAFFER.

El material del PNLM coincide con la *R. albonigra sensu* ROMAGNESI y SHAFFER. ROMAGNESI (1967) creó el nombre de *R. anthracina* para designar a la *R. albonigra sensu* SINGER. BON (1988) señaló que *R. albonigra sensu* SINGER es la misma especie que *R. anthracina* var. *anthracina sensu* ROMAGNESI (1967).

6.1.1.7. *Russula* cf. *densifolia* f. *fragrans* SHAFFER 1962, *Brittonia* 14: 276.

Fig. 37

MATERIAL RECOLECTADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de San Luis Teolocholco, ladera O del Volcán La Malinche, camino San Luis Teolocholco-Caseta 2 CGE, 2-IX-1999, AKL s.n. (TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie no fue estudiada detalladamente debido a que se recolectó en sólo una ocasión, creciendo bajo *Quercus* (Fig. 9, sitio de recolección 11). Presentaba basidiomas de tamaño mediano, trama que cambiaba inicialmente a un color rojizo y después gris-pardusco al maltrato, láminas subdistantes, sabor suave y olor agradable. Microscópicamente, las basidiosporas presentan una ornamentación hasta de 0.5 μm de altura y la pileipellis un grosor ca. 195 μm . Estos caracteres concuerdan con *Russula densifolia* f. *fragrans* SHAFFER (1962). La principal diferencia macroscópica con *R. acrifolia* es el tamaño de los basidiomas, medianos en *R. densifolia* y grandes a muy grandes en *R. acrifolia*. Microscópicamente, la pileipellis de *R. densifolia* presenta cierta proporción de células infladas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

entremezcladas con células filamentosas mientras que en *R. acrifolia* la mayoría son filamentosas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección FISTULOSAE BUYCK 1990

Píleo con el margen no estriado a fuertemente estriado; agudo o subagudo; pileipellis no o poco desprendible, superficie generalmente seca, punteada, granulosa, flocosa, tuberculosa, pustulosa, escuamulosa, tomentosa, areolada o agrietada en el margen, a veces continua en el centro; de color no brillante, amarillo, ocre, anaranjado, pardo ocráceo, gris pardusco, gris ratón o gris negruzco, a veces oscuro en el centro. **Trama** submembranosa o carnosa, a veces dura; de color blanco, grisáceo o del mismo color que el píleo, sin cambios de color o se mancha de color amarillento, pardo anaranjado, o grisáceo; sabor suave o picante. **Láminas** libres a subadheridas, juntas a distantes, sin lamélulas o con pocas. **Esporada** de color blanco a ocre pálido (Ia-IIIa; A-E). **Estípite** con la superficie algodonosa en la parte media, a veces con un velo membranoso, delgado y fugaz. **Basidiosporas** con la placa hialina o amiloide. **Pileipellis** de las ornamentaciones formado por hifas erectas o ascendentes, a menudo con la pared algo engrosada, densamente septadas, cilíndricas o voluminosas, con pigmento intraparietal y/o incrustado de color amarillento pardusco o pardo, a veces contenido ligeramente refringente; con o sin macrocistidios. **Especie tipo:** *R. fistulosa* R. HEIM

Observaciones. Esta sección agrupa a especies tropicales y subtropicales de África y América principalmente. No se conocen representantes de este grupo en Europa (BON, 1988). Macroscópicamente, se distinguen por el color y la ornamentación del píleo. Algunas especies de la sección *Ingratae* son similares, pero se separan unas de otras porque la pileipellis en las especies de la sección *Ingratae* se encuentra gelatinizada y en las de esta sección no se observa a sus hifas embebidas en una matriz gelatinosa.

BUYCK (1994) estudió a las especies africanas y propuso una gran cantidad de subsecciones para esta sección (BUYCK, 1993) basándose principalmente en la estructura de la pileipellis. En el PNLM se encontró una especie que se ubica bien en una de las subsecciones propuestas por este autor.

Subsección BRUNNEOFLOCCOSINAE BUYCK 1990

Basidioma de tamaño pequeño a grande. **Píleo** no carnoso, a veces submembranoso; margen fuertemente estriado, agudo; pileipellis granuloso-flocoso o escuamuloso, al principio continuo, después agrietado en el margen; de color anaranjado pardusco o pardo oscuro, a veces amarillo anaranjado. **Trama** de color crema ocráceo en las partes expuestas de las partes agrietadas, se mancha fuertemente de color pardo bajo la pileipellis del estípite; sin olor o ligeramente desagradable, con sabor suave, ligeramente nauseoso a picante. **Láminas** adheridas, moderadamente juntas, sin lamélulas o escasas; borde de color pardo en los ejemplares jóvenes, pálido o con puntuaciones de color pardo junto al margen del píleo al madurar. **Esporada** probablemente de color crema. **Estípite** corto o largo; superficie sutilmente tomentosa; sólido y después hueco. **Basidiosporas** con los elementos de la ornamentación agudos, distintivamente altos, separados a conectados; placa no amiloide o ligeramente amiloide. **Pileipellis** con extremidades septadas, poco ramificadas, células delgadas a voluminosas, no metacromáticas, rellenas de pigmento de color pardo; sin macrocistidios. **Especie tipo:** *R. brunneofloccosa* BUYCK.

Observaciones. Esta subsección agrupa a especies de color pardo, pardo oscuro, pardo anaranjado o pardo amarillento que presentan la pileipellis sin macrocistidio, superficie granuloso-escumulosa y borde de las láminas concolor. En este grupo se incluyen a tres especies africanas: *R. brunneofloccosa*, *R. aurantiofloccosa* BUYCK y *R. brunneorigida* BUYCK. Estas tres especies se distinguen de la especie aquí estudiada por presentar el margen del píleo muy estriado- tuberculado a surcado-tuberculado (BUYCK, 1994).

6.1.1.8. *Russula* sp. 1

Basidioma de tamaño muy pequeño o pequeño, con porte tricolomatoide. **Píleo** de 20-40 mm de Ø, plano depresso, con una papila en el centro; margen no o finamente estriado en el extremo, agudo; superficie seca o húmeda, escumuloso-areolada, de color pardo claro en el centro, crema en el margen. **Trama** de color blanco, con sabor suave. **Láminas** juntas o subdistantes; con pocas lamélulas; poco anchas; de color crema. **Esporada** no obtenida. **Estípite** de 20-40 x 5-10 mm, cilíndrico; superficie lisa o rugulosa, de color pardo muy claro, con tonos de color crema; hueco.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de (6.6-)6.9-7.7-8.7(9.0) x (5.6-)5.7-6.2-7.0(-7.2) µm, anchamente elípticas a elípticas, a veces subglobosas (Q = 1.12-1.24-1.33; n = 32), con ornamentación amiloide, de 0.4-1.0 µm de altura, constituida por verrugas, crestas y bandas, unidas formando un retículo parcial o casi completamente reticuladas, con las bandas ligeramente gruesas, algunas con terminaciones libres y varias verrugas aisladas entre los retículos; placa no amiloide o a veces ornamentada como el resto de la basidiospora. **Basidios** de 30-40 x 9-12 µ, claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada. **Pleuromacrocistidios** de 40-60 x 8-12 µm subcilíndricos a fusiformes, ápice obtuso a mucronado, poco abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+/- . **Queilomacrocistidios** similares a los pleuromacrocistidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera, con pocos esferocitos; a menudo con endocistidios. **Pileipellis** en forma de un tricodermis modificado y poco diferenciada y no gelatinizada, sin macrocistidios ni hifas primordiales; hifas terminales de 3.9-5.2 µm de ancho, delgadas, cilíndricas, de pared delgada a ligeramente engrosada, pigmento intraparietal. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Basidiomas subgregarios. Sobre el suelo, entre zacatonos. En un bosque de *Pinus-Alnus*. A 3000 msnm. Fructifica en septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, alrededores del antiguo Albergue del CREA, bosque de *Pinus-Alnus*, 16-IX-1988. AKL 958 (TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se ubica en la sección *Fistulosae* debido a que presenta el margen del píleo agudo, píleo con la superficie seca, escumulosa, de color pardo y basidiosporas con placa no amiloide (SINGER, 1986; BUYCK, 1993). Únicamente se ha recolectado en una

ocasión y por lo tanto, los datos del material son limitados. Parece ser una especie rara en la región. De acuerdo con SINGER (1986: subsección *Fistulosinae* y *Polyphyllinae*) se conocen 6 especies Americanas dentro de la sección *Fistulosae*: *R. balloui* PECK, *R. burlinghamiae* SINGER, *R. matoubensis* PEGLER, *R. polyphylla* PECK, *R. tennesseensis* SINGER y *R. viridella* PECK. BILLS y MILLER (1984) señalaron que *R. balloui* presenta la superficie del estípite densamente cubierta por diminutas escamas y partes areoladas de color pardo rojizo, trama con sabor picante y basidiosporas con placa amiloide. Con base en la descripción presentada por KIBBY y FATTO (1990), *R. burlinghamiae* difiere de nuestro material por presentar láminas muy juntas, estípite escuamuloso o escamoso y basidiosporas con ornamentación hasta de 0.3 μm de altura. PEGLER (1983) describió a *R. matoubensis* con el pileo glabro en el centro, de color anaranjado, láminas muy juntas y basidiosporas en promedio de 9.6 x 8.3 (Q = 1.15). Los caracteres macroscópico que presenta *R. polyphylla* en la fotografía mostrada por PHILLIPS (1991: 111) son similares a los del material estudiado. Sin embargo, con base en la descripción de BURLINGHAM (1915) y PHILLIPS (1991), esta especie se distingue por presentar basidiomas grandes o muy grandes, con olor fuerte y desagradable, láminas a menudo muy juntas, con tonos de color rosa y basidiosporas con ornamentación hasta de 0.4 μm de altura, constituida por verrugas aisladas. BILLS y MILLER (1984) señalaron que *R. tennesseensis* es un sinónimo de *R. balloui*. De acuerdo con KIBBY y FATTO (1990), *R. viridella* presenta el pileo de color verde grisáceo, trama con sabor picante y basidiosporas con ornamentación hasta de 0.4 μm de altura.

El material estudiado presenta algunos caracteres morfoanatómicos que hacen recordar a ciertas especies del género *Lactarius* subgénero *Russularia*, particularmente de la sección *Subsquamosi*, como la coloración del basidioma, superficie del pileo y estructura de la pileipellis, sin embargo, carece del sistema de hifas oleíferas y pseudocistidios típicos del género *Lactarius*. Si la hipótesis filogenética sobre la derivación de *Russula* a partir de diferentes grupos de *Lactarius* es correcta, esta especie probablemente se ubicaría más cerca de *Lactarius* que de otras secciones de *Russula*. Desafortunadamente, sólo se cuenta con un material que es muy pequeño y se encuentra demasiado fragmentado como para permitir un estudio más comparativo.

Esta especie fue recolectada en un bosque de *Pinus-Alnus*, entre zacatonos, por lo que es probable que forme ectomicorriza con árboles del género *Pinus*.

Se desconocen datos sobre su uso, comestibilidad o nombre común dentro del PNLM.

Sección INGRATAE QUÉL. 1888

Basidioma de tamaño pequeño a muy grande, tricolomatoide. **Píleo** con el margen estriado, fuertemente estriado-tuberculado, surcado o pectinado, rara vez no estriado, agudo o subagudo; pileipellis no o moderadamente desprendible; superficie generalmente viscosa, glabra, rara vez granuloso-areolada o cubierta por finas flocosidades de color amarillento, amarillo azufre, amarillo pardusco o pardo, laxamente adheridas a la superficie; de color no brillante, pardo rojizo, pardo ocráceo, pardo amarillento, amarillento o gris, pardo grisáceo, pardo oscuro, a veces pálido o con tonos de color olivo. **Trama** poco carnosa o carnosa, blanda y frágil o dura; de color blanco o pálido, sin cambios de color, rara vez un poco amarillo al corte o al maltrato; olor con frecuencia fuerte, desagradable o nauseoso, a veces afrutado y ligero; sabor suave, similar al olor o picante. **Láminas** sin lamélulas o con pocas; agudas o subagudas. **Esporada** de color blanco a ocre pálido (Ia-IIIa; A-E). **Estípites** con frecuencia ruguloso, rara vez escuamuloso o con flocosidades en la base, sin anillo; de color blanco o con tonos similares al color del píleo, rara vez con tonos de color rojo, vino, púrpura o lila; generalmente cavernoso-hueco. **Basidiosporas** a menudo con la placa poco desarrollada, hialina o ligeramente amiloide. **Pileipellis** filamentosos y gelatinizado; suprapellis formado por hifas delgadas, cilíndricas o sinuosas, ramificadas, obtusas o atenuadas, rara vez densamente septadas; generalmente con macrocistidios, a veces poco conspicuos, no septados, no metacromáticos en azul de cresil; pigmento vacuolar, incrustado o intraparietal, de color pardo amarillento, sin incrustaciones ácido-resistentes. **Especie tipo:** *R. foetens* (PERS.) FR.

Observaciones. Algunas especies de la sección *Heterophyllae* son similares morfológicamente a las de esta sección pero se distinguen principalmente porque en las especies de *Ingratae* el píleo presenta tonalidades de color pardo amarillento a gris pardusco mientras que en *Heterophyllae* con frecuencia son de color rojo, púrpura, violeta o verde y el pigmento a menudo es intraparietal o incrustado mientras que en esta última es vacuolar. Dentro de la sección *Fistulosae* también existen varias especies similares a las de esta sección, sin embargo, se distinguen porque en las especies de *Ingratae* la pileipellis siempre se encuentra gelatinizada mientras que en *Fistulosae* no lo está.

SINGER (1986) incluyó dentro de la sección *Ingratae* a 4 subsecciones: *Fistulosinae*, *Farinipedes*, *Subvelatae* y *Foetentinae*. La subsección *Fistulosinae* fue elevada al rango de sección por BUYCK (1990a). En la subsección *Farinipedes* se incluyen especies que presentan numerosos pileomacrocistidios que se tornan de color azul con SV, la trama presenta un olor afrutado y la esporada es de color blanco (Ia; A). La subsección *Subvelatae* agrupa especies que presentan restos flocosos de un velo parcial de color amarillento, amarillo azufre o amarillo pardusco sobre el margen del píleo y esporada de color blanco a crema (Ia-IIb; A-C). Los restos del velo están formados por hifas parecidas a pelos, que pueden ser parcialmente incrustadas y presentar pigmento intracelular amarillo, que se torna de color anaranjado con KOH. En la subsección *Foetentinae* agrupó a las especies que no presentan esporada de color blanco ni restos flocosos de un velo amarillo. BON (1988) dividió a esta sección (\approx subsección *Foetentinae* sensu SINGER) en dos subsecciones con base en el tamaño y coloración del basidioma, olor de la trama, tamaño y ornamentación de las basidiosporas y en el tipo de pigmento. La subsección *Foetentinae* agrupa especies de tamaño mediano a muy grande, con olor fuerte, desagradable o parecido al de almendras amargas, a menudo con tonalidades de color rojizo a pardo, claro u

oscuro, basidiosporas a menudo mayores de (8-)10 μm , con ornamentación espinosa o alada y con pigmento intraparietal. Dentro de la subsección *Pectinatinae* se incluyen especies con basidiomas de tamaño pequeño, mediano o poco carnosos, con olor débil, afrutado, nauseabundo o espermático, basidiosporas hasta de 8(-9) μm , con verrugas más o menos bajas o crestadas, pileomacrocistidios cortos o cónicos y con pigmento vacuolar. Dentro del PNLM únicamente se observaron dos especies pertenecientes a la subsección *Pectinatinae* de BON (1988).

Subsección PECTINATINAE BON 1986

Basidioma con frecuencia de tamaño pequeño o mediano, poco carnoso. **Píleo** de color fuliginoso negruzco, pardo oscuro, pardo amarillento o arcilla pálido, sin restos de un velo floccoso de color amarillo. **Trama** con olor débil o parecido a queso Camembert, pescado fresco, yodoformo, malta, limón, afrutado, nauseoso o espermático. **Esporada** de color crema u ocre pálido (IIc-IIIa; D-E). **Basidiosporas** hasta de 9 μm de largo, con ornamentación baja, constituida principalmente por verrugas o crestas. **Pileipellis** con pigmento vacuolar, con macrocistidios cortos o cónicos. **Especie tipo:** *R. amoenolens* ROMAGN.

Observaciones. Esta subsección corresponde más o menos con la estirpe *Pectinata* de ROMAGNESI (1967) y SINGER (1986).

Clave para las especies de la subsección *Pectinatinae* representadas en el PNLM

1. Superficie del píleo a menudo areolada a escuamuloso-granulosa, sobre todo en le margen o alrededor del centro **R. cf. granulata** (ver abajo)
1. Superficie del píleo glabra, no arcolada o escuamulosa **R. aff. pectinatoides** (p. 78)

6.1.1.9. *Russula* cf. *granulata* (PECK) PECK 1900, *Ann. Rep. N. Y. State Mus. Nat. Hist.* 53: 843.

Fig. 38

Basidioma de tamaño pequeño o mediano, con porte tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Píleo** de 35-90 mm de \varnothing , convexo a plano, con el centro deprimido; margen estriado-tuberculado, agudo a subobtusado, ondulado, a veces lobulado, decurvado a levantado en sección; pileipellis desprendible 1/2-2/3 del radio; superficie viscosa, viscido-aceitosa, húmeda o seca, brillante u opaca, con apariencia radialmente fibrilosa, finamente granulosa en el centro, rimoso-areolada en el margen o parte media, formando placa planas más o menos grandes separadas por fisuras donde se observa la trama de un color pálido (10YR 8/3), a veces finamente rimoso-areolada en el centro, rara vez no rimoso-areolada en el margen; de color negruzco (10YR 2/1), pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), pardo muy oscuro (10YR 2/2), pardo oscuro (6F5-7, 7F7; 10YR 3/3), pardo (10YR 4/3), pardo amarillento oscuro (10YR 4-3/4) a pardo amarillento (5F6; 10YR 5/6) en el centro, pardo (7E6), pardo amarillento (10YR 5/4-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6), pardo amarillento claro (10YR 6/4), amarillo pardusco (10YR 6/6), pardo muy pálido (10YR 8-7/4), amarillo mostaza (5E6), bronce (5E5), arcilla (5D5) o pálido en el margen. **Trama** de 2-6 mm de ancho en el centro, de 2 mm de ancho en el margen, frágil, de color blanco o blanquecino, con tonos del mismo color que el pileo o un más claro (10YR 8/3, 6-4/6) bajo la pileipellis, se mancha tardíamente de color pardo muy pálido (10YR 8/3-4) o amarillo pálido (2A3) al maltrato; olor fuerte y característico, espermático o parecido a aceite, a veces ligero y agradable; sabor parecido al olor y no o solo ligeramente picante. **Láminas** libres, subadheridas o uncinadas, juntas o subdistantes (60-100 láminas sin incluir lamélulas en un pileo completo), bifurcadas junto al estípite, a veces junto al pileo, con pocas lamélulas; agudas a subobtusas, rectas o arqueadas, de 4-7 mm de ancho, quebradizas; de color crema (IIb; C); borde entero a subfimbriado o irregular, del mismo color que el resto de la lámina o a veces del mismo color que el pileo (pardo obscuro); sabor ligeramente picante y parecido al olor (espermático) o a cera. **Esporada** de color crema (IIc; D). **Estípite** de 14-60 x 8-25 mm, cilíndrico o atenuado en la base; superficie seca, opaca, rugulosa longitudinalmente; de color blanco o blanquecino (1A2), con tonos de color amarillo (10YR 7-8/6), amarillo pardusco (10YR 6/6), pardo amarillento (10YR 5/6) a pardo muy pálido (10YR 7-8/4) y gris claro (10YR 7/2) hacia la base; cavernoso (2-4 cavernas), trama con tonos de color pardo pálido en las cavernas.

Reacciones macroquímicas (trama). Anilina (láminas) = anaranjado grisáceo (6B5) a rojo grisáceo (7B5). Fenol = pardo muy oscuro (10YR 2/2). FeSO_4 = salmón (6A4) a rojo pastel (7-8A4). Formaldehído = anaranjado pálido (5A3). KOH = poco reactivo, amarillo pálido (3A3) o amarillo pastel (2A4).

Basidiosporas de (6.3-)6.5-7.3-7.5-8.3(-8.5) x (4.7-)4.8-5.4-5.6-6.3 μm , elípticas a anchamente elípticas [$Q = (1.18-)$ 1.24-1.34-1.37-1.45(-1.47); $n = 64$], con ornamentación amiloide, de 0.3-0.7 μm de altura, constituida por pequeñas verrugas, aisladas o algunas unidas formando pequeñas crestas y ocasionalmente algunas verrugas unidas por líneas muy finas, pero sin formar ninguna reticulación; placa no amiloide o a veces finamente ornamentada como el resto de la basidiospora, o con una pequeña mancha ligeramente amiloide. **Basidios** de 36-56 x 8.7-11.3 μm , claviformes, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscitidios** de 67-118 x 7.5-10.5 μm , fusiformes a delgadamente ventricosos, ápice mucronado a subrostrado, con algunas constricciones subapicales, abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacroscitidios** subcilíndricos a fusiformes o similares a los pleuromacroscitidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** gelatinizada, en forma de un ixotricodermis modificado, con macroscitidios, sin hifas primordiales; células terminales delgadas, alargadas, cilíndricas o sinuosas, obtusas o un poco atenuadas, de pared delgada; pileomacroscitidios cortos, poco evidentes, subfusiformes a largamente cónicos, obtusos o atenuados en el ápice, a veces con algunas constricciones subapicales, no septados, de pared delgada, contenido escaso, en forma de cristales, SV- o poco reactivo. **Estipitipellis** menos desarrollada que la pileipellis, en forma de una cutis, no gelatinizada, con caulomacroscitidios. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Solitario o gregario. Sobre el suelo. En asociación con *Pinus*. A 3000-3500 msnm. Fructifica de junio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, bosque de *Pinus*, 27-VI-1990,

AKL 1493; *ibid.*, 25-VII-1990, AKL 1606; *ibid.*, 19-IX-1990, AKL 1789; *ibid.*, 3-VII-1991, AKL 1950; *ibid.*, 17-VII-1991, AKL 2000; *ibid.*, 10-VI-1992, AKL 2276 (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por la superficie granulosa y areolada del pileo, es la única en la sección *Ingratae* que presenta este tipo de superficie. SHAFFER (1972) y BILLS (1984) mencionaron que las características que distinguen a *R. granulata* son el basidioma de tamaño pequeño o mediano y bajo en estatura, superficie del pileo viscosa, escamosa o costrosa y de color pardo rojizo, pardo leonado o pardo amarillento, superficie del estípite pruinosa en el ápice y ornamentación de las basidiosporas constituida principalmente por verrugas obtusas o cónicas y aisladas. Los especímenes del PNLM presentan todas estas características, excepto en que la parte central del pileo casi nunca es escamosa o costrosa, aunque sí granulosa.

SINGER (1957a) mencionó que *R. granulata* crece usualmente en bosques mixtos de latifoliadas con *Tsuga* o *Picea*, en rodales puros de *Picea* o *Fagus* y posiblemente también con pinos y encinos, aunque sin ser selectiva en su asociación. BILLS (1984) señaló que es la especie de *Russula* que fructifica más abundantemente en los bosques mixtos y de *Picea* de las regiones altas del SE de Virginia Occidental, entre los meses de junio y septiembre, creciendo tanto en asociación con latifoliadas (*Betula*, *Fagus*, *Quercus*) como con coníferas (*Abies*, *Picea*, *Tsuga*). En el PNLM, el material estudiado parece ser que crece en asociación con *Pinus*, particularmente *P. hartwegii*, *P. montezumae* y *P. teocote*, entre los 3000 y 3500 m de altitud.

No se tienen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del área del PNLM.

6.1.1.10. *Russula* aff. *pectinatoides* PECK 1907, *New York St. Mus. Bull.* 116: 43.

Fig. 39

OBSERVACIONES. Esta especie se observó en una sola ocasión creciendo bajo *Quercus* (sitio de recolección 11, Fig. 9) por lo que no fue estudiada. El ejemplar observado presentaba los caracteres típicos de *Russula pectinatoides* (ROMAGNESI, 1967; SHAFFER, 1972; BON, 1988): basidioma de tamaño medio, pileo con la superficie glabra y de color pardo amarillento; muy oscuro en el centro, trama con olor ligeramente espermático y sabor no picante.

R. pectinata y *R. amoenolens* ROMAGN. son especies similares a *R. pectinatoides*, pero se distinguen en la coloración del pileo y el sabor de la trama: pileo de color amarillo ocráceo en *R. pectinata* y sabor picante en *R. amoenolens* (= *R. pectinata sensu* SINGER 1957a).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección HETEROPHYLLAE FR. 1863

Basidioma de tamaño muy pequeño a grande. **Pileo** con el margen agudo a obtuso, sin estriaciones o estriado, surcado-tuberculado a pectinado; pileipellis con la superficie glabra, cerosa, punteada, pruinosa, velutinosa, furfurácea, rimoso-escumulosa, escamosa, areolada o con finas flocosidades canescentes muy características en tiempo seco, de color blanco o azul, violeta, lila, púrpura, vino, rojo, rosa, gris, verde, olivo, pardo, anaranjado o amarillo, a veces no abundante, pálido, multicolor o casi negro en el centro. **Trama** particularmente no dura ni rígida, pelicular o carnosa; sin cambios de color al maltrato; olor ausente o insignificante, afrutado o a veces parecido al pescado o marisco al madurar; sabor suave o picante; de color verde, verde grisáceo, gris rosado, rosa, salmón, anaranjado o sin reacción con FeSO_4 , a veces de color amarillo con Anilina. **Láminas** a veces con numerosas lamélulas entremezcladas o bifurcadas consecutivamente; agudas a obtusas, flexibles o quebradizas; de color blanco a ocre amarillento; sabor suave o picante. **Esporada** de color blanco a ocre (Ia-IIIc; A-F), a veces con un tono rosado. **Estípite** a veces con la base diferenciada en un subículo en forma de un disco basal; a veces con restos de un velo o anillo, generalmente de color blanco. **Basidiosporas** con placa no amiloide. **Pileipellis** con o sin macrocistidios. **Especie tipo:** *R. heterophylla* FR.

Observaciones. Esta sección agrupa a varias especies que se distinguen principalmente porque a menudo presentan coloraciones brillantes y microscópicamente. Las basidiosporas presentan la placa hialina o reducida, sin una mancha amiloide distintiva. La pileipellis a menudo está constituida por elementos intercalares cortos, inflados o subsodiamétricos y los terminales pueden ser largos o cortos, piliformes, lanceolados, lageniformes, subcapitados, inflados, esféricos o piriformes. Rara vez son completamente filamentosos y entonces en este caso, los pileomacrocistidios son metacromáticos en azul de cresil. La mayoría de las especies del género *Russula* que presentan coloraciones vivas o brillantes presentan basidiosporas con placa amiloide, mientras que en *Heterophyllae* no lo es o no se presenta bien definida. Las especies de la sección *Ingratae* se distinguen de las de esta sección debido a que su basidioma a menudo es de color pardo, pardo rojizo, pardo amarillento o pardo grisáceo, el margen del pileo a menudo es muy estriado- o surcado-tuberculado y el olor de la trama es fuerte, desagradable o muy distintivo, mientras que en *Heterophyllae* el olor es agradable o poco distintivo, el margen del pileo puede ser liso y el estípite con frecuencia es completamente blanco o si presenta tonalidades como las del pileo, los colores son vivos o brillantes (rojo, púrpura, violeta o verde).

Esta sección ha sido dividida en varias subsecciones dependiendo del autor. Por ejemplo, ROMAGNESI (1967) reconoció cinco subsecciones: *Indolentininae*, *Heterophyllinae*, *Virescentinae* (incluyendo *Amoeninae*), *Griseinae* e *Ilicinae* con base en el color de la esporada, reactividad de la trama con FeSO_4 , forma de los elementos de la pileipellis, presencia de pileomacrocistidios y su reacción con la SV. Incluyó dentro de *Indolentininae* a las especies que presentan la pileipellis constituida por hifas filamentosas y delgadas, con pileomacrocistidios relativamente pequeños, esporada de color blanco y reacción nula o lentamente verdosa con FeSO_4 . En *Heterophyllinae* incluyó a las especies que difieren de *Indolentininae* por presentar una reacción de color rosa o anaranjado con FeSO_4 . Dentro de *Virescentinae* a las especies con esporada de color crema, que presentan pileipellis subcelular y que carecen de pileomacrocistidios. Y en *Griseinae* a las especies que difieren de *Virescentinae* por presentar pileomacrocistidios. SINGER (1986) incluyó a estos taxa dentro de su sección *Rigidae* pero en algunos casos bajo diferente

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Sección *Heterophyllae*

nomenclatura: *Cyanoxanthinae* (= *Indolentinae*), *Lividinae* (= *Heterophyllinae*), *Modestinae* (= *Griseinae pro parte*), *Subcompactinae* (= *Griseinae pro parte*), *Amoeninae* y *Virescentinae*. BON (1988) presentó una clasificación similar a la de ROMAGNESI (1967) pero con ligeras modificaciones. La clasificación de BUYCK (1992) se basó casi exclusivamente en el estudio de especies tropicales y propuso varias subsecciones nuevas para la ubicación de los taxa tropicales (BUYCK, 1989, 1990a, 1990b). Tanto HEIM (1937a, 1937b) como SINGER (1986) consideraron que muchas de las especies tropicales pertenecían a grupos diferentes de los ya conocidos en las regiones templadas y casi en todos los casos propusieron nuevas secciones o subsecciones para estos taxa. Una de las propuestas de BUYCK (1992) fue el tratar de reconocer las secciones y subsecciones conocidas para las especies de regiones templadas y aplicarla en las tropicales. En este sentido, encontró que en muchos casos esto era posible, pero en otros no. Por ejemplo, observó que los caracteres distintivos de la sección *Metachromaticae* propuesta por SINGER (PEGLER y SINGER, 1980) también se presentan en las especies de la subsección *Cyanoxanthinae* (= *Indolentinae*), por lo cual, propuso que la sección *Metachromaticae* se considerara un sinónimo de *Cyanoxanthinae*; las subsecciones *Epitheliosae* y *Guayarenses* de la sección *Pelliculariae* de SINGER (1986) fueron transferidas a la sección *Heterophyllae*, y la subsección *Discopodinae* (sección *Pelliculariae*) la consideró un sinónimo de *Heterophyllinae* (ver Tabla 4). Dentro del PNLM se encontraron representadas dos subsecciones de esta sección.

Clave para las subsecciones de la sección *Heterophyllae* presentes en el PNLM

2. Láminas flexibles y elásticas, de color blanquecino. Esporada de color blanco a crema blanquecino (Ia-IIa, A-B). Pileipellis con elementos intercalares filamentosos y largos *Cyanoxanthinae* (ver abajo)
2. Láminas quebradizas, de color amarillo pálido. Esporada de color crema a amarillento [IIc-III, (B)-C-D]. Pileipellis con elementos intercalares cortos y ligeramente inflados *Griseinae* (p. 81)

Subsección CYANOXANTHINAE SINGER 1932

Pileo con el margen no pectinado, agudo; cutícula glabra, cerosa o escamosa; de color blanco o no abundante, pálido, multicolor, verde, violeta, lila, vináceo-azuloso, vináceo-grisáceo, vináceo-rosado, rosado, amarillo o pardo. **Trama** prácticamente no dura ni rígida; sin cambios de color al maltrato; olor ausente o insignificante; sabor suave o picante; sin reacción o reacciona a un color ligeramente verde-grisáceo con $FeSO_4$. **Láminas** con numerosas lamélulas entremezcladas o bifurcadas dicotómicamente de una manera alterna a lo largo de la lámina, flexibles y no quebradizas. **Esporada** de color blanco a crema blanquecino (Ia-IIa; A-B), a veces con un ligero tono rosado. **Estipite** sólido o a veces cavernoso. **Basidiosporas** con placa hialina o ligeramente punteada. **Cistidios himeniales** a veces numerosos; con paredes metacromáticas en Azul de cresil, a veces mayores de 1 μ m de ancho. **Pileipellis** con macrocistidios, pared de los pileomacrocistidios metacromática en azul de cresil; subpellis gelatinizado. **Especie tipo**: *R. cyanoxantha* (SCHAEFF.) FR.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Observaciones. Esta subsección se distingue de otras *Heterophyllae* principalmente por la estructura completamente filamentososa de la pileipellis. El resto de las *Heterophyllae* presentan elementos intercalares cortos y a menudo inflados o isodiamétricos. La especie de esta subsección poseen pileomacrocistidios que presentan una reacción metacromática con azul de cresil. Debido a esta característica, BUYCK (1990a) propuso la sinonimia entre esta subsección y la sección *Metachromaticae* (PEGLER y SINGER, 1980; SINGER, 1986). La mayoría de los autores europeos utilizan el nombre de *Indolentinae* para referirse a esta subsección (p. ej., ROMAGNESI, 1967; BON, 1988).

6.1.1.11. *Russula* cf. *cyanoxantha* (SCHAEFF.) FR. 1863, *Monogr. Hymenomyc. Sueciae* 2: 194.

Fig. 40

MATERIAL RECOLECTADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al O de Francisco Javier Mina, 7-IX-1994, AKL 2767 (TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie no fue estudiada ya que se recolectó en una sola ocasión, creciendo bajo *Quercus* (sitio de recolección 9, Fig. 9) en un bosque de *Quercus-Pinus*. Presentaba los caracteres típicos de la especie (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988): basidioma de tamaño grande, pileo de color violáceo con algunos tonos verdosos, trama con sabor suave, no picante, láminas flexibles, no quebradizas y de color blanquecino, esporada de color blanco y estípite robusto, de color blanco.

Russula variata BANNING es una especie cercana, que se distingue principalmente por el sabor picante de la trama; otra especie similar a *R. cyanoxantha* es *R. heterospora* BEARDSLEE, pero en esta última predominan las coloraciones verdosas u olivo y las basidiosporas son más elípticas o subcilíndricas, con un Q que promedia 2.0 (SINGER, 1957a).

No se conocen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del PNLM.

Subsección GRISEINAE JUL. SCHÄFF. ex BON 1987

Pileo con el margen subagudo o casi obtuso; superficie glabra, pruinosa, velutinosa o escumulosa. **Trama** a veces con sabor picante sobretodo en los basidiomas inmaduros; FeSO₄ con reacción de color rosa brillante, anaranjado o salmón. **Láminas** quebradizas. **Esporada** de color crema a amarillento (IIa-IIc), rara vez de color blanco. **Basidiosporas** con placa hialina, sin una mancha amiloide distintiva. **Pileipellis** con hifas de forma variable, pero siempre articuladas o con elementos cortos, a veces isodiamétricos; con macrocistidios, SV+. **Especie tipo:** *R. grisea* (PERS.) FR.

Observaciones. Dentro de la subsección *Griseinae* se incluyen especies de *Heterophyllae* que presentan esporada generalmente de color crema blanquecino a ocráceo, rara vez blanca. pileipellis con macrocistidios, a menudo constituida por elementos articulados cortos y trama sin

reacción de color verde o nula con FeSO_4 . SINGER (1986) incluyó a este grupo de especies dentro de su subsección *Subcompactinae*. La subsección *Ilicinae* es cercana a este taxón pero difiere principalmente en la reacción de color rosa grisáceo, verde o casi sin reacción con FeSO_4 de la trama.

6.1.1.12. *Russula basifurcata* PECK 1885, *New York St. Mus. Ann. Rep.* 38: 90.

Fig. 41

Basidioma de tamaño grande a muy grande, tricolomatoide, a veces casi lactarioide, a menudo erumpente, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** 70-130 mm de \varnothing , plano-convexo, depresso en el centro; margen no o solo ligeramente estriado, agudo a obtuso, ondulado y a veces lobulado; pileipellis poco desprendible, más o menos $1/4$ del radio; superficie opaca o ligeramente brillante, seca, húmeda o viscosa, glabra o finamente aterciopelada, ampliamente cubierta por restos de suelo y materia orgánica; de color blanco a blanco lechoso (1A1-2), blanquecino, blanquecino grisáceo o blanquecino rosáceo, con tonos de color amarillo pálido (3A3), amarillo pastel (1-3A4), amarillo azufre (1A5) o pardo pálido. **Trama** de 7-9 mm de ancho en el margen, hasta 25 mm de ancho sobre el estípote, más o menos dura y firme; de color blanco, cambia a pardo pálido al corte; olor afrutado, aromático y agradable; sabor suave, ligeramente picante o a veces amargo y desagradable, fúngico en la médula del estípote. **Láminas** más o menos sinuadas, subadheridas a decurrentes, juntas, bifurcadas junto al estípote; con pocas lamélulas; subagudas a subobtusas, de 3-8 mm de ancho, quebradizas a flexibles; de color crema pálido (IIc), amarillo pastel o amarillo azufre (1A4-5); borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor picante. **Esporada** no obtenida, pero probablemente de color crema (II) u ocráceo (III) debido al color que presentan las láminas. **Estípote** de 40-45 x 19-35 mm, cilíndrico o atenuado hacia la base; superficie rugulosa longitudinalmente; de color blanco, se mancha ligeramente de color pardo muy pálido al maltrato; sólido.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = violáceo. Fenol = rojo vino. FeSO_4 = sin reacción, poco reactivo a rojizo rosáceo o rosa muy pálido. Guayacol = rojizo. KOH = crema o pardo muy pálido; rosa o rojizo sobre el pileo.

Basidiosporas de 7.3-8.3-9.3 x 6.0-6.6-7.2 μm , anchamente elípticas ($Q = 1.26$; $n = 30$), con ornamentación amiloide o en partes ligeramente amiloide, de 0.1-0.3 μm de altura, constituida por verrugas y pequeñas crestas muy bajas, a menudo unidas por finas líneas, formando un retículo parcial entremezclado con elementos aislados, a menudo los elementos presentan un patrón catenulado; placa mal definida o con una pequeña mancha ligeramente amiloide. **Basidios** de 40-50 x 7.5-9.5 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacroscistidios** de 58-90 x 7.6-11.3 μm , fusiformes, a veces con el ápice mucronado, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales de color amarillento y refringente en KOH, SV+/- . **Queilomacroscistidios** similares a los pleuromacroscistidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** con suprapellis ligeramente gelatinizado; hifas terminales de 2.5-8.0 μm de \varnothing , cilíndricas, un poco sinuosas o con algunas constricciones, obtusas en el ápice, a veces lageniformes o con la pared ligeramente engrosada en el ápice;

células subsiguientes a menudo más cortas o ligeramente infladas, de 9.5-24.0 μm de Ø , ovoides o cilíndricas; subpellis gelatinizado; con pileomacrocistidios, poco evidentes, cilíndricos, con el ápice obtuso a mucronado, contenido no en forma de cristales, de color amarillo pardusco en KOH y ligera reacción con SV; sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido resistentes. **Estipitipellis** no estudiada. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus-Alnus*. A 2800-3200 m de altitud. Fructifica de febrero a junio.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al O de Francisco Javier Mina, 22-II-1990, AME 580; *ibid.*, 27-V-1994, AKL 2679 (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. *Russula basifurcata* es una especie que fue descrita de la parte E de EUA, pero también se conoce del O. Su nombre deriva por el hecho de presentar numerosas bifurcaciones en las láminas. Además, se distingue por el color blanquecino a amarillento o amarillo rojizo del pileo, sabor suave y después amargo de la trama, color amarillento de láminas y esporada, color blanco del estípite y por la ornamentación baja y subreticulada de las basidiosporas (BURLINGHAM, 1915; KIBBY y FATTO, 1990). Los especímenes del PNLM presentan los principales caracteres descritos para esta especie. Sin embargo, algunos de los ejemplares observados y estudiado no presentaban las abundantes bifurcaciones en las láminas descritas para esta especie.

Cuando el basidioma llega a presentar un porte casi lactarioide, pileo con coloraciones pálidas o blanquecinas y la forma de fructificar es erumpente, puede confundirse en el campo con alguna especie de la sección *Plorantes* pero en este caso, la especie aquí estudiada no presenta numerosas lamélulas entremezcladas entre las láminas. Si el basidioma presenta porte tricolomatoide y coloraciones rojizas también puede confundirse con algunas especies de la sección *Firmae*, pero en este caso la placa hialina y no amiloide de las basidiosporas nos ayuda a distinguirla.

Un aspecto interesante de esta especie, es el hecho de los especímenes estudiados fueron recolectados en febrero y junio, una época en que normalmente no se observan fructificaciones de hongos (febrero) o es cuando comienzan a desarrollarse (junio). Se desconoce si en los meses de marzo a mayo esta especie fructifica, pero en la zona de estudio, se sabe que algunos hongos comestibles llegan a desarrollarse en estos meses y que los lugareños les dan el nombre de "cuaresmeños". Ejemplos de estos hongos son algunas especies del género *Lyophyllum* y *Ramaria*. En algunas exploraciones de campo realizadas recientemente, se han observado fructificaciones de esta especie en junio, que es a principios de la época de lluvias y no en los meses subsiguientes, que es cuando fructifican la mayoría de las especies del género *Russula* en la región. Esto nos dice que *R. basifurcata* es una especie que en el PNLM se puede encontrar en las primeras semanas de lluvia y probable en la época en que aparecen los hongos "cuaresmeños". Dentro del PNLM crece en asociación con especies de *Pinus*, particularmente *P. montezumae*, entre los 3000 y 3300 m de altitud.

No se conocen datos sobre su posible uso o comestibilidad en el área del PNLM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección RUSSULA

Basidioma generalmente de tamaño pequeño a mediano, a veces grande, con frecuencia frágil, tricolomatoide. **Pileo** con el margen agudo a obtuso; superficie viscosa en tiempo húmedo, glabra, excepcionalmente pruinosa. **Trama** algo frágil, con sabor picante, rara vez cambiando de coloración al maltrato. **Láminas** casi libres a subdecurrentes, sin lamélulas o con pocas, agudas a obtusas. **Esporada** de color blanco a crema pálido (Ia-IIb; A-C). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Basidios** generalmente pequeños, rara vez mayores de 45(-55) μm de largo. **Pileipellis** con macrocistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones o gúttulas ácido-resistentes. **Especie tipo:** *R. emetica* FR.

Observaciones. Las especies de la sección *Firmae* presentan esporada de color más oscuro, crema a crema amarillento, y pueden parecer a algunas especies de esta sección, sin embargo, el basidioma generalmente es más firme y compacto (rara vez frágil). Existen especies de las secciones *Russula* y *Firmae* que presentan el pileo y la esporada con coloraciones similares y que a menudo resulta difícil ubicarlos en una determinada sección o taxón. Estas especies se pueden separar comparando la firmeza de la trama o en general de todo el basidioma, color de la esporada, estructura y diseño de la ornamentación de las basidiosporas y de la pileipellis.

Esta sección se encuentra bien representada dentro del Parque Nacional. Se sabe que crecen al menos cuatro especies, las cuales se pueden reconocer tomando en cuenta los caracteres mencionados con anterioridad. Dos especies son comunes en los bosques de *Abies religiosa* y se distinguen macroscópicamente por el color del pileo, rojo en una (grupo de *R. griseascens*) y más púrpura negruzco a vináceo oscuro en la otra (grupo de *R. atrorubens*). A menudo crecen sobre madera muy degradada ("seudolignícolas") en lugares húmedos y sombríos, entre musgos.

En los bosques de *Pinus hartwegii* crece otra especie (grupo de *R. krombholzii*), con basidiomas ligeramente más robustos que las anteriores y de color vináceo oscuro. Una forma o variedad de coloración ligeramente más púrpura violáceo se ha recolectado en las partes bajas de la ladera O del volcán (ca. 2600 m altitud), bajo *Quercus* en un bosque de *Pinus teocote-Quercus* spp. En bosques similares pero a mayor altitud (ca. 2800 m, con *P. montezumae*) crece una especie de color pálido, ocráceo-amarillento en el centro, con tonos de color rosado en el margen, que se distingue porque las láminas presentan el borde crenulado (complejo de *R. fragilis*) y crecer bajo *Quercus*.

Clave para las subsecciones de la sección *Russula* representadas en el PNLM

1. Pileo de color púrpura, a veces verde o violáceo. Pigmento en forma de glóbulos oscuros de color púrpura o verde amarillo (que se observan bajo el microscopio en especímenes frescos) **Atropurpurinae** (p. 87)
1. Pileo de color rojo a rosado, a veces oscuro o pálido, sin formar glóbulos de pigmento oscuros **Russula (= Emeticinae)** (p. 85)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Subsección **RUSSULA**

Pileo con el margen obtuso; superficie de color rojo, púrpura, verde amarillo, pardo o blanco. **Láminas** libres a subadheridas, obtusas. **Esporada** de color blanco a crema blanquecino (Ia-IIa; A-B). **Estípite** generalmente de color blanco. **Pileipellis** con pigmento vacuolar, a veces en forma de glóbulos de color oscuro. **Especie tipo**: *R. emetica* Fr.

Observaciones. Esta subsección se encuentra representada en el PNLN por una sola especie: *R. cf. griseascens*. Se distingue del resto de las especies relacionadas con *R. emetica* principalmente porque el estípite se torna casi por completo de color gris al madurar. Microscópicamente, presenta basidiosporas más pequeñas.

6.1.1.13. *Russula cf. griseascens* (BON et GAUGUÉ) MARTI 1984, Doc. MYCOL. 14(53): 57.

Figs. 42-43

Basidioma de tamaño pequeño a mediano, rara vez grande, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 35-90 mm de Ø, convexo a plano o plano-convexo a plano-depresado, a veces ligeramente umbonado; margen liso o estriado, obtuso o subobtusado, a veces subagudo, arqueado o arqueado-decurvado en sección, con frecuencia ondulado; pileipellis desprendible $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ del radio; superficie viscosa a más o menos aceitosa, rara vez seca, brillante, rara vez opaca, glabra, ligeramente rugulosa, rara vez finamente verrugosa a punteado-granulosa (bajo la lupa); de color rojo (*A*₆₀*M*₆₀₋₇₀*C*₃₀₋₅₀), más o menos oscuro, rojo púrpura o guinda (*A*₉₉*M*₈₀₋₉₉*C*₅₀, *M*₉₉*A*₇₀₋₉₉*C*₅₀₋₉₉, *N*₉₀*A*₆₀*M*₉₉; 10C8) en el centro o con tonos de color claro, pálido o vináceo (*A*₉₉*M*₇₀*C*₃₀, *M*₉₉*A*₁₀₋₅₀*C*₀₀₋₁₀, *M*₉₉*A*₉₉*C*₂₀₋₅₀, 9A-D, 10A7-8, 10C8 a 11A8) en el margen, a veces decolorándose con la lluvia. **Trama** carnosa, de 4-10 mm de ancho en el centro, 1-3 mm de ancho en el margen; de color blanco o blanquecino, con tonos de color rojizo a rojizo-grisáceo, sobre todo bajo la pileipellis o centro del pileo, a veces grisáceo (1B1); olor ligeramente aromático, agradable, ligero o no apreciable; sabor picante, a veces suave o ligeramente picante. **Láminas** más o menos libres a subadheridas o sinuadas a uncinadas, a veces subdecurrentes, juntas o un poco separadas, rara vez muy juntas; con pocas o abundantes bifurcaciones junto al estípite, parte media o junto al pileo, rara vez sin bifurcaciones; lamélulas escasas; 3-7 mm de ancho, obtusas a subobtusadas, rectas o arqueadas, quebradizas, a veces ligeramente flexibles; de color blanco a blanquecino (*N*₀₀*A*₁₀*M*₀₀, 1A2-3, 2A3), a veces con tonos grisáceos (1B3, 1C1-2); borde entero, concolor; sabor picante o muy picante. **Esporada** de color blanco o blanquecino (Ia-Ib). **Estípite** de 28-90 x 10-30 mm, cilíndrico, adelgazado en el ápice o ligeramente obclaviforme, rara vez subventricoso; superficie rugulosa longitudinalmente; de color blanco a blanquecino o a menudo con tonos de color grisáceo (1B2-3, 1C1), grisáceo-rosado o gris-oliváceo en la parte inferior, rara vez rosado (8B5, 9A5) o completamente blanco, a veces con tonos crema en la base; sólido, medula esponjosa o porosa, a veces dura de color blanco o blanquecino y sabor picante, corteza con tonos de color grisáceo; quebradizo.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = azul grisáceo (23D5). Anilina = anaranjado cremoso, anaranjado amarillento pálido o amarillo anaranjado (en láminas). Fenol = gris-pardo → rosa-vináceo → vino oscuro, pardo oscuro o pardo rojizo (pardo-púrpura oscuro

en láminas y estípites). FeSO_4 = rojo pastel (7A4). KOH = amarillo pálido (5Y 7/3) o pardo amarillento pálido (10YR 6/4) (amarillo, anaranjado-amarillento o rojo sobre el píleo). Formol = sin reacción. Guayacol = rojizo-rosado o ligeramente rosado. NH_4OH = sin reacción.

Basidiosporas de 61-~~7.9-8.5~~-10.1 x 4.4-~~6.0-6.5~~-7.5 μm , anchamente elípticas a elípticas, a veces subglobosas o elongadas (Q = 1.15-~~1.26-1.34~~-1.64, n = 110), con ornamentación amiloide, de 0.5-1.2 μm de altura, constituida por verrugas, unidas por líneas formando un retículo parcial a completamente reticuladas; placa con una mancha difusamente amiloide. **Basidios** de 41-46 x 9.5-11.5 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** poco diferenciadas de los basidiolos. **Pleuromacrocistidios** de 65-101 x 7.6-11.7 μm , fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado y algunas constricciones subapicales, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+. **Queilomacrocistidios** similares a los pleuromacrocistidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** bien diferenciada, en forma de un ixotricodermis modificado, con macrocistidios, sin hifas primordiales; constituida por hifas de 2.0-3.7 μm de ancho, filamentosas, erectas a suberectas, algo ramificadas y entrelazadas, de pared delgada, hialinas en KOH; células terminales con el ápice obtuso; pileomacrocistidios de 3.8-8.3 μm de ancho, cilíndricos a claviformes, a veces esferopedunculados, con 0-1 septo, de pared delgada, casi completamente rellenos de contenido granular, en forma de cristales o amorfo, refringente en KOH, SV+. **Estipitipellis** en forma de una cutis, no gelatinizada, con caulomacrocistidios. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo o madera muy degradada, generalmente entre musgos. Solitario o subgregario. En bosque de *Abies*, *Abies-Pinus* o *Pinus-Abies*. A 3100-3600 m de altitud. Fructifica de mayo a noviembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 13-VI-1987, *AKL 192, 208, 216*; *ibid.*, 15-VIII-1987, *AET 1952*; *ibid.*, 8-VII-1988, *AKL 674-5*; *ibid.*, 13-VII-1988, *AKL 689, 690*; *ibid.*, 14-VII-1988, *AKL 710, 714*; *ibid.*, 31-VII-1988, *AKL 755*; *ibid.*, 15-IX-1988, *AKL 934*; *ibid.*, 28-IX-1988, *AKL 967*; *ibid.*, 21-VI-1989, *AKL 1029*; *ibid.*, 4-VIII-1989, *AKL 1150*; *ibid.*, 18-V-1990, *AKL 1355*; *ibid.*, 25-V-1990, *AKL 1383-4*; *ibid.*, 1-VI-1990, *AKL 1394, 1403-4*; *ibid.*, 13-VI-1990, *AKL 1421*; *ibid.*, 25-VII-1990, *AKL 1597*; *ibid.*, 19-IX-1990, *AET 3112*; *ibid.*, 3-X-1990, *AKL 1804*; *ibid.*, 17-X-1990, *AET 3150*; *ibid.*, 31-X-1990, *AKL 1861*; *ibid.*, 14-XI-1990, *AKL 1869*; *ibid.*, 17-VII-1991, *AKL 1997*; *ibid.*, 19-VII-1991, *AKL 2004*; *ibid.*, 31-VII-1991, *AKL 2031*; *ibid.*, 14-VIII-1991, *AKL 2077*; *ibid.*, 28-VIII-1991, *AKL 2104*; *ibid.*, 30-VIII-1991, *AKL 2125*; *ibid.*, 11-IX-1991, *AKL 2178*; *ibid.*, 10-VI-1992, *AKL 2281* (todas en TLXM).

OBSERVACIONES. Es una especie común de los bosques de *Abies religiosa* que se encuentran en las cañadas o barrancas húmedas del Parque Nacional. Se distingue por su píleo de color rojo brillante, láminas de color blanco y estípites blanco, que se tiñe de gris conforme va madurando. Su sabor es picante y la esporada es de color blanco a blanquecino. Pertenecer al grupo de especies relacionadas con *R. emetica* pero con basidiosporas más pequeñas (no mayores de 10 x 7.5 μm), pileipellis menos desprendible, trama ligeramente más firme y los pileomacrocistidios a menudo presentan pocos septos (= estirpe *Mairei*). El carácter distintivo de la especie (trama y estípites cinerescents al madurar) es probable que se deba, en parte, a la imbibición del agua que se encuentra de forma abundante en el sustrato sobre el cual se

desarrollan los basidiomas de esta especie: entre musgos o sobre madera muy degradada, en lugares húmedos.

R. griseascens es descrita por BON (1988) como una especie con el píleo de tamaño mediano, rojo brillante (parecido a *R. emetica* var. *gregaria* KAUFFMAN), que palidece un poco con la edad, presenta reflejos púrpuras o grisáceos o se decolora a un color crema sucio (como en algunas especies de *Exalbicantinae*), brillante o lubricoso, con el margen ligeramente estriado, láminas juntas a subdistantes, blancas con reflejos grisáceos al manipularlas, estípites de igual longitud al Ø del píleo, esponjoso, blanco que se torna de color gris sobre todo en las rugosidades de la base y que se torna evidente al madurar; trama de color blanco bajo la cutícula, olor parecido al coco, con reacción ligera al guaiaco, basidiosporas de 8-9(-9.5) x 6.5-7(-8) µm, confusamente reticuladas con verrugas de poca altura, cistidios himeniales normales, pileomacrocistidios claviformes, con 0-2 septos e hifas terminales de 2-3 µm de ancho, más o menos sinuosas o gelatinizadas, y que crecen en turbares con *Sphagnum*, bajo *Salix*, *Betula* o *Pinus*.

Los ejemplares del PNLM no difieren significativamente de la descripción dada por BON (1988) para *R. griseascens* excepto en que la trama de los especímenes estudiados casi siempre presentan tonalidades de color rojizo bajo la pileipellis, las hifas terminales de la pileipellis no son tan delgadas de como se dan en la descripción y el hospedero parece ser diferente.

Siempre crece en asociación con *Abies religiosa* formando una ectomicorriza que a continuación se describe:

Ectomicorriza de forma pinada, un poco irregular; eje hasta de 20 mm de largo x 0.7-1.0(1-3) mm de Ø; puntas opuestas o alternas, no ramificadas, hasta de 9 mm de largo x 0.5-0.6-0.7-1.3 mm de Ø, cilíndricas o algo sinuadas, a menudo con una constricción subapical; superficie finamente granulosa; de color rojo. Entre madera húmeda y muy degradada, que se encontraba cubierta por una capa de musgos.

Subsección ATROPURPURINAE (ROMAGN.) BON 1986

Píleo de color púrpura oscuro, vináceo, verde, violáceo o una mezcla de estos colores, rara vez de color rojo grosella o carmín oscuro. **Esporada** de color blanco a crema blanquecino (Ia-IIa). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Pileipellis** con pigmento en forma de glóbulos oscuros de color púrpura o verde amarillo. **Especie tipo:** *R. krombholzii* SHAFFER.

Observaciones. Esta subsección se distingue de la subsección *Russula* (= *Emeticinae*) por presentar coloraciones más púrpura, a veces verde o violáceo, debido a la presencia de pigmentos oscuros en forma de glóbulos densos de color púrpura o verde amarillo, que se observan bajo el microscopio en especímenes frescos (SINGER, 1986). Dentro de esta subsección se reconocen dos grupos principales, la estirpe *Atropurpurea* y la estirpe *Fragilis*. La primera incluye al complejo de *R. krombholzii* [*R. atropurpurea* (KROMBH.) BRITZELM. non PECK], que se distingue por incluir especies que producen basidiomas ligeramente más grandes, robustos o carnosos, trama sin un olor distintivo, con sabor ligeramente picante y a menudo cinerescente. Las especies de la

estirpe *Fragilis* presentan basidiomas con frecuencia más frágiles, trama con sabor más picante, con olor particular o agradable (dulce o afrutado) y láminas con el borde a menudo crenulado.

En esta subsección se incluyen 3 de las 4 especies reconocidas para la sección *Russula*. Sin embargo, sólo se estudió detalladamente una especie debido a que las otras dos fueron recolectadas en una o dos ocasiones, no fueron descritas en fresco adecuadamente o sólo fue observada en el campo y no se conservó el material para su estudio. La especie estudiada pertenece al grupo de taxa satélites a la estirpe *Fragilis*. Se distingue por presentar el píleo de color oscuro (púrpura negruzco) en el centro y rojo a rojo violáceo en el margen y desarrollarse en los bosques húmedos de *Abies religiosa*. Sus basidiomas son relativamente abundantes en la época de lluvia, dentro de la barrancas o cañadas. Se describe bajo el nombre de *R. cf. atrorubens*. A menudo crece sobre madera degradada o entre musgos.

Una especie fue determinada tentativamente como *R. aff. krombolzii* y es similar a *R. cf. atrorubens* pero se distingue porque el píleo presenta un color más vináceo y menos púrpura. Además, de que en general sus basidiomas son ligeramente más robustos (estirpe *Atropurpurea*) y se ha observado que crece en asociación con *Pinus hartwegii*. La otra especie pertenece al complejo de *R. fragilis* y se distingue por presentar el borde de las láminas crenulado y el píleo de color ocre-amarillento en el centro, con tonos de color rosado en el margen. Se ha recolectado en una sola ocasión, bajo *Quercus* dentro de un bosque de *Pinus-Quercus-Alnus* en la ladera O del volcán, a 2800 m de altitud.

Clave para las especies de la subsección *Atropurpurinae* del PNLM

1. Píleo de color ocráceo amarillento a verdoso en el centro, rosado en el margen. Láminas con el borde crenulado. Recolectado en un bosque de *Pinus-Quercus-Alnus* **R. aff. fragilis** (p. 90)
1. Píleo de color rojo, vináceo, púrpura o violáceo, claro u oscuro. Láminas con el borde entero, si es crenulado entonces el píleo nunca presenta la coloración anterior 2
2. Bajo *Pinus* o *Quercus*. Basidioma relativamente más firme y robusto. Píleo de color vino oscuro, rojo-vináceo oscuro o rojo violáceo oscuro **R. aff. krombolzii** (p. 90)
2. Bajo *Abies religiosa*. Basidioma relativamente más frágil. Píleo de color más púrpura negruzco en el centro. Láminas a veces con el borde fimbriado-crenulado. Pileomacrocistidios con 0-5 septos **R. cf. atrorubens** (ver abajo)

6.1.1.14. *Russula cf. atrorubens* QUÉL. 1897, *Ass. Fr.*: pl. 4, f. 12-13.

Figs. 44-45

Basidioma de tamaño pequeño a mediano, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Píleo** de 35-85 mm de Ø, al principio convexo, después plano con el centro deprimido, a veces umbonado o papilado en la depresión; margen liso a ligeramente estriado, obtuso a subagudo, ondulado, a veces lobulado; pileipellis desprendible ½-¾ del radio o hasta el

centro; superficie brillante, a veces opaca en el centro, viscosa, glabra, rugulosa; de color negruzco, púrpura negruzco o rojo negruzco (10R 2.5/1, 5YR 2.5/1; más obscuro que 12F7, 12F6) en el centro, rojo púrpura obscuro, rojo o rojo rosado (10R 3/3, 4/6, 4/3, 4/4, 3/4; 11E8, 11E7, 12E8, 10D8, 9D6-7, 9E8) en el margen, a veces con áreas decoloradas (10R 6/6, 5/4, 5/6; 9B6, 9D7, 9E6, 10D7). **Trama** de 5-6 mm de ancho en el centro, 2-4 mm de ancho en el margen; de color blanco con tonos rojizos y amarillentos bajo la pileipellis o parte superior; olor aromático a poco apreciable; sabor ligeramente picante a muy picante. **Láminas** más o menos libres a subadheridas, juntas a muy juntas, poco bifurcadas cerca del estípite y a veces en la parte media o junto al píleo, con pocas lamélulas; obtusas a subagudas, quebradizas, de 3-7 mm de ancho; de color blanquecino; borde entero a fimbriado o crenulado, del mismo color que el resto de las láminas. **Esporada** de color blanquecino (Ib). Estípite de 45-100 x 7-30 mm, subcilíndrico a obclaviforme; superficie seca, opaca, rugulosa longitudinalmente; de color blanquecino, a veces con ligeros tonos de color anaranjado pálido; sólido, médula algodónoso-esponjosa a carnosa, de color blanquecino a blanco.

Reacciones macroquímicas (trama). Anilina = sin reacción.

Basidiosporas de 7.8-8.5-9.4 x 6.5-7.2-7.9 μm , anchamente elípticas a subglobosas [Q = 1.09-1.18-1.27(-1.28); n = 30], con ornamentación amiloide, de 0.5-0.8 μm de altura, constituida por verrugas y espina, unidas por finas líneas, formando un retículo parcial, además de algunos elementos aislados; placa con una mancha amiloide distintiva. **Basidios** de 32-47 x 7.5-10.0 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacroциstidios** de 53-95 x 6.9-10.9 μm , fusiformes, de pared delgada, casi completamente rellenos de contenido granular o en forma de cristales, refringente en KOH, SV+. **Queilomacroциstidios** similares pero más pequeños que los pleuromacroциstidios. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un ixotricodermis, diferenciado y constituido por células filamentosas y pileomacroциstidios; hifas terminales de la suprapellis a menudo sinuosas o con algunos divertículos, entrelazadas; pileomacroциstidios de 45-100 (130) x 5.6-8.2(-10.3) μm o más largos, claviformes a cilíndricos, ápice obtuso, a veces mucronado, de pared delgada, con 0-5 septos, contenido refringente en KOH, de color púrpura negruzco a violáceo negruzco en SV, abundantes. **Estipitipellis** en forma de un tricodermis poco diferenciado, con caulomacroциstidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo o sobre madera muy degradada, entre musgos o pequeñas herbáceas. En bosque de *Abies*, *Abies-Pinus* o *Pinus-Abies*, siempre en asociación con *A. religiosa* y por lo general en lugares húmedos como barrancas o cañadas. A 3200-3500 m de altitud. Fructifica en agosto.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 28-VIII-1991, AKL 2115; *ibid.*, 10-VI-1992, AKL 2280 (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. Macroscópicamente esta especie se distingue por la coloración (oscura en el centro) del píleo. Pertenece al grupo de especies relacionadas con *R. fragilis* debido a que en algunos ejemplares (ca. 30%) se ha observado el que presentan el borde de las láminas crenulado, fimbriado o crenado.

6.1.1.15. *Russula* aff. *fragilis* (FR.) FR. 1838, *Epicrasis*: 359.

Figs. 46-47

OBSERVACIONES. Esta especie se recolectó una sola vez, creciendo bajo *Quercus*, en un bosque de *Pinus-Quercus-Alnus* (sitio de recolección 10, Fig. 9). No fue estudiada, pero presentaba basidiomas de tamaño pequeño, con el píleo de color ocráceo con el margen rojizo, trama con sabor picante, láminas blanquecinas con el borde aserrado, esporada de color blanco y estípites blancos. Microscópicamente, presentaba basidiosporas con placa amiloide y pileomacrocistidios. Por estos caracteres y en particular por presentar láminas con el borde aserrado, este taxón fue asignado al grupo de *Russula fragilis*.

6.1.1.16. *Russula* aff. *krombholzii* SHAFER 1970, *Lloydia* 33: 82.

Fig. 48

OBSERVACIONES. Esta especie no fue estudiada debido a que fue observada en una sola ocasión, creciendo bajo *Pinus* en un bosque de *Pinus-Abies* (sitio de recolección 3, Fig. 9). Presentaba un basidioma de tamaño pequeño a mediano, con el píleo de color púrpura negruzco en el centro, rojo púrpura en el margen, trama con sabor picante, láminas con el borde entero y de color blanco, esporada y estípites de color blanco, basidiosporas con placa amiloide y pileomacrocistidios. Tentativamente, fue determinada como *Russula* aff. *krombholzii*. Sin embargo, es similar a *R. cf. atrorubens* de la cual difiere principalmente en la coloración del píleo, forma del borde de las láminas y en el hábitat.

Sección FIRMAE FR. 1838

Basidioma de tamaño pequeño a grande, a menudo tricolomatoide. **Pileo** al principio con el margen agudo, después subobtusado; pileipellis a menudo poco separable; generalmente de color púrpura, rojo, rojo sangre, rojo-rosado o carmín, rara vez completamente verde, amarillento o blanquecino. **Trama** a veces cambiando a un color amarillo; con reacción negativa o color rosado con NH_4OH ; sabor picante. **Láminas** a veces un poco decurrentes, sin lamélulas o con pocas; de color crema a amarillento. **Esporada** de color crema a amarillento (II-IIIc; B-F). **Estípite** generalmente de color rosa o púrpura, rara vez blanco. **Basidiosporas** con placa amiloide. **Pileipellis** con macrocistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes. **Especie tipo:** *R. sanguinaria* (SCHUMACH.) RAUSCHERT [= *R. sanguinea* FR. = *R. rosacea* (PERS.) FR.].

Observaciones. En esta sección se agrupan a especies que presentan macrocistidios (sin hifas primordiales, ni incrustaciones ácido-resistentes) en la pileipellis, el sabor de la trama es picante y la esporada es de color crema a amarillento. Además, sus basidiosporas presentan placa amiloide y carecen de numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas. Su coloración generalmente varía de rojo a púrpura (incluyendo al estípite) y las láminas crema amarillento. Especies similares pero con láminas y esporada blanca o blanquecina se ubican en la sección *Russula*, con láminas y esporada más amarilla en la sección *Insidiosae*, con sabor no picante en la sección *Polychromae*, y con sabor amargo y finas incrustaciones ácido-resistentes en los pileomacrocistidios en la sección *Rigidae*. Por el número de especies, esta sección resultó ser la más rica dentro del PNLM. Se reconocieron cinco taxa de este grupo. En esta sección, la mayoría de las especies presentan formas o variedades albinas, de color blanquecino, amarillento o verdoso.

SINGER (1986) y BON (1988) agrupan a las especies de este grupo en dos subsecciones con base en la coloración del basidioma y en su asociación micorrizógena, pero con dos concepciones diferentes. SINGER (1986) separa a las especies con coloraciones más púrpura dentro de la subsección *Sardoninae* y más rojizas en la *Sanguineae*. BON (1988) incluye a especies de coloración más pálida y asociación con latifoliadas dentro de *Exalbicantinae*, y con coloraciones más rojas o púrpura u oscuras y asociadas a coníferas en la *Sanguininae*. En ambas clasificaciones, es difícil ubicar a las variedades y formas albinas o decoloradas. Por lo tanto, en el presente trabajo no se adopta ningún esquema clasificatorio al nivel de subsección, reconociéndose sólo un taxón para todas las especies aquí estudiadas.

Subsección SANGUINEAE MELZER et ZVÁRA 1927

Mismas características de la sección. **Especie tipo:** *R. sanguinaria* (SCHUMACH.) RAUSCHERT [= *R. sanguinea* FR. = *R. rosacea* (PERS.) FR.].

Observaciones. En la clasificación de SINGER (1986), la subsección *Sanguineae* incluye a las especies con pileo de color rojo, rojo-rosado, rojo sangre-rosado o carmín, trama a veces cambiando a un color amarillo o no rosado con NH_4OH , esporada de color blanco a ocre (Ia-IIIc) y que se asocian principalmente con Betulaceae, Fagaceae o y Pinaceae. Esta subsección fue

dividida en tres estirpes. En la estirpe *Luteotacta*, incluyó a las especies que se tiñen fuertemente de amarillo y que presentan esporada de color blanco o blanquecino (Ia-Ib), en la estirpe *Sanguinea*, a las especies con esporada de color crema (IIa-IIIa), y en la estirpe *Puchella*, a especies que producen esporada de color ocre (IIIa-IIIc).

BON (1988) incluyó en la subsección *Sanguininae* a las especies con píleo de color rojo brillante, rojo oscuro, sanguíneo, púrpura o violáceo oscuro, estípite más o menos del mismo color que el píleo y basidiomas robustos o carnosos, que crecen bajo coníferas. Reconoció ocho especies para esta subsección, con base en el color del píleo, láminas y estípite, olor, intensidad del sabor de la trama y su reacción con NH_3 y sulfoformol, facilidad en el desprendimiento de la pellis, lustre, textura y ornamentación de la superficie del píleo y tamaño y tipo de ornamentación de basidiosporas, largo del estípite en con relación al diámetro del píleo.

Clave para las especies de la subsección *Sanguinea* presentes en el PNLM

1. Píleo de color blanquecino-amarillento, con ligeros tonos verdosos y grisáceos. Estípite blanquecino-grisáceo **R. cf. albidula** (p. 96)
1. Píleo de color rosa, rojo, rojo oscuro, sanguíneo a púrpura o violáceo oscuro. Estípite generalmente similar o del mismo color que el píleo 2
2. Píleo generalmente menor a 6 cm de \varnothing . Estípite menor de 35 x 15 mm. Basidioma con porte subhigroforoide a tricolomatoide **R. cf. luteotacta** (ver abajo)
2. Píleo a menudo mayor a 6 cm de \varnothing . Estípite mayor de 35 x 15 mm. Basidioma típicamente tricolomatoide 3
3. Píleo de color púrpura oscuro en el centro, púrpura vináceo o púrpura rojizo en el margen ...
..... **R. cf. drimeia** (p. 98)
3. Píleo de color rojo oscuro a rojo sangre en el centro, rojo en el margen 4
4. Tamaño promedio de las basidiosporas de 8.4 - 9.4 x 6.7 - 7.4 μm . Creciendo en asociación con *Abies* **R. americana** (p. 94)
4. Tamaño promedio de las basidiosporas de 7.4 - 8.6 x 5.6 - 6.2 μm . Creciendo en asociación con *Pinus* **R. sanguinaria** (p. 95)

6.1.1.17. *Russula cf. luteotacta* REA, 1922, *Brit. Basidiom.*: 469.

Figs. 49-50

Basidioma de tamaño muy pequeño a pequeño, pero carnoso y no o poco frágil, tricolomatoide a subhigroforoide, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Píleo** de 20-45 mm de \varnothing , convexo a plano; margen subagudo a subobtusos, no o sólo ligeramente estriado; pileipellis desprendible menos de $\frac{1}{4}$ del radio; superficie opaca a ligeramente brillante, húmeda a viscosa, glabra, lisa o rugulosa; de color rojo a rojo sangre, a veces con el margen pálido o hasta blanquecino y el centro a veces un poco oscuro. **Trama** más o menos compacta, de color

blanco o blanquecino, con tonos rojizos bajo la pileipellis, sin evidentes cambios de color al corte o maltrato; olor ligero; sabor picante. **Láminas** subadheridas a subdecurrentes, juntas a subdistantes, con algunas lamélulas, poco bifurcadas junto al estípite; subagudas a subobtusas, gruesas y carnosas, quebradizas, de 3-5 mm de ancho; de color crema; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor picante. **Esporada** de color crema pálido (IIa; B-C). **Estípite** de 10-30 x 3-14 mm, más corto que el Ø del pileo, cilíndrico; superficie opaca a ligeramente brillante en las partes coloreadas, seca o húmeda; liso a ruguloso; de color rojizo a rosado, con algunas áreas del ápice y la base de color blanco o blanquecino, a veces con pequeñas manchas distintivas de color amarillo.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de 6.8-7.4-8.2 (-8.5) x 5.5-6.1-6.7 µm, anchamente elípticas a elípticas (Q = 1.16-1.23-1.34; n = 30), con ornamentación amiloide, de 0.4-0.8 µm de altura, constituida por espinas y verrugas, aisladas o con algunas verrugas y líneas que conectan algunos elementos, sin formar un retículo; placa amiloide. **Basidios** de 40-55 x 9-12 µm, claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacrocistidios** de 70-100 x 7-11 µm, fusiformes, abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacrocistidios** más pequeños que los pleuromacrocistidios. **Subhimenio** seudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** bien diferenciada en sub- y suprapellis, en forma de un ixotricodermis, con macrocistidios, sin hifas primordiales; hifas terminales cilíndricas a sinuosas o ligeramente tortuosas, ápice obtuso o ligeramente atenuadas, de 2-4 µm de ancho, de pared delgada; pileomacrocistidios de 5-9 µm de ancho, cilíndricos a fusiformes, a menudo ramificados o con proyecciones laterales, ápices obtusos, de pared delgada, hasta con 0-1 septo, contenido refringente en KOH, SV+. **Estipitipellis** menos diferenciada que la pileipellis, en forma de una cutis, con caulomacrocistidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, a menudo bajo los zacatones u orillas de caminos. En bosque de *Pinus* o *Pinus-Alnus*. A 3000-3100 m de altitud. Fructifica en septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 5-IX-1990, *AKL-1754*; *ibid.*, 25-IX-1991, *AKL 2214*; *ibid.*, Municipio de San Luis Teolocholco, ladera O del Volcán La Malinche, N de San Isidro Buen Suceso, 10-VI-1997, *AKL-1614 (TLXM)*.

OBSERVACIONES. Macroscópicamente esta especie se distingue por la forma y el tamaño del basidioma: a menudo subhigroforoide y pequeño. El estípite es más corto que el Ø del pileo y las láminas son distintivamente gruesas y subdistantes a distantes. Crece en asociación con *Pinus* y a menudo sobre el suelo (sin gran cantidad de musgos o herbáceas) o junto a los zacatones (similar al hábitat de *Boletus pinophilus* PILÁT et DERMEK). El pileo es de color rojo, claro u oscuro, a veces con algunas manchas distintivas de color amarillo sobre el estípite. Microscópicamente, se distingue por la forma de un buen número de pileomacrocistidios que presentan ramificaciones o proyecciones laterales. *R. luteotacta* es una especie similar que también desarrolla coloraciones amarillas, sin embargo la principal diferencia en la especie del PNLM es el color crema pálido de la esporada y en que los tonos de color amarillo no siempre se presentan. Probablemente, represente a una especie cercana a *R. luteotacta*, en la que es necesario realizar más recolecciones para conocer mejor la variación en los caracteres que distinguen a esta especie.

No se tienen datos sobre su posible uso, nombre común o comestibilidad en el PNLM.

6.1.1.18. *Russula americana* (SINGER) SINGER 1939, Bull. Soc. Mycol. France 55: 264.

= *Russula rosacea* var. *americana* SINGER 1938, Bull. Soc. Mycol. France 54: 146.

Figs. 51-52

Basidioma de tamaño mediano a grande, tricolomatoide, más o menos carnoso, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 55-110 mm de Ø, convexo a plano, a veces depresso en el centro; margen no o sólo ligeramente estriado, subagudo, a veces subobtusos; pileipellis separable ¼ del radio; superficie glabra, finamente rugulosa, subviscida; de color rojo oscuro en el centro, rojo en el margen. **Trama** de color blanquecino con tonos rojizos bajo la pileipellis; olor ligero; sabor ligeramente picante a picante. **Láminas** subadheridas, juntas, poco bifurcadas junto al estípite, con pocas lamélulas; subagudas a subobtusas, quebradizas; de color crema; borde entero, concolor. **Esporada** de color crema (IIc; C-D). **Estípite** de 55-125 x 14-22 mm, cilíndrico a obclaviforme; superficie opaca o ligeramente brillante en las partes coloreadas, seca o húmeda, rugulosa, a veces finamente pruinoso en la parte superior; de color rojizo, con partes más claras o blanquecinas en el ápice y en la base, a veces se mancha ligeramente de amarillo al madurar o se torna completamente de color gris rojizo cuando existe mucha humedad; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). NH₄OH = sin reacción.

Basidiosporas de 6.8-8.4-9.4-11.0 x 5.7-6.7-7.4-9.3 µm, anchamente elípticas a elípticas, con ornamentación amiloide, de 0.4-0.8 µm de altura, constituida por verrugas bajas y obtusas, aisladas, a menudo con catenuladas o unidas en grupos, a veces formando pequeñas bandas o con algunas unidas por finas líneas que conectan algunos elementos, sin formar un retículo; placa amiloide, rugosa. **Basidios** de 35-50 x 9.5-10.5 µm, claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacrocistidios** de 60-90 x 6.4-14.5 µm, fusiformes a delgadamente ventricosos, abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacrocistidios** subcilíndricos a fusiformes o similares a los pleuromacrocistidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un tricodermis, con macrocistidios; células terminales delgadas, alargadas, cilíndricas o sinuosas, obtusas o un poco atenuadas, de pared delgada; pileomacrocistidios de longitud variables, cortos o largos, estrechamente lageniformes a lanceolados, obtusos, a veces con algunas constricciones subapicales, no septados o hasta con 1(-2) septos, de pared delgada; contenido abundante, en forma de cristales a granular, SV+. **Estipitipellis** menos desarrollada que la pileipellis. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. A menudo entre musgos, sobre materia orgánica degradada o sobre el suelo. Común en los bosques de *Abies religiosa*. A 3100-3600 m de altitud. Fructifica de julio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande 28-VIII-1991, *AKL 2116*; *ibid.*, 11-IX-1991, *AKL 2176*; *ibid.*, ladera SE del Volcán La Malinche, O de Francisco Javier Mina, 18-IX-1994, *AKL 2795* (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por crecer siempre en asociación con *Abies*. Macroscópicamente, es similar a *Russula sanguinaria* (*R. sanguinea*) pero se distingue microscópicamente por el tamaño de las basidiosporas, que es pequeño en *R. sanguinaria* (tamaño promedio = 7.4 - 8.6 x 5.6 - 6.2 µm) y grande en esta especie. Si se revisa detalladamente la pileipellis se observa que los macrocistidios tienden a ser unicelulares o sólo algunos presentan 1 o hasta 2 septos. Macroscópicamente, sus basidiomas tienen una tendencia a ser ligeramente más grandes, con el píleo menos depresso y el estípite más largo que el Ø del píleo, si se compara con los producidos por los especímenes de *R. sanguinaria* que crecen en el PNLM.

6.1.1.19. *Russula sanguinaria* (SCHUMACH.) RAUSCHERT 1989, *Ceska Mycol.* 43(4): 204.

= *Agaricus sanguineus* BULL. (*nom. illeg.*) 1781, Herb. Fr.: pl. 42.

= *Agaricus sanguinarius* BULL. → SCHUMACHER 1803, Enum. Pl. Saell. 2: 244.

= *Russula rosacea* (PERS.) GRAY var. *macropseudocystidiata* GRUND 1979, Mycotaxon 9: 101.

= *Russula sanguinea* FR. 1838, Epicrisis: 351.

Basidioma de tamaño mediano a grande, tricolomatoide, más o menos carnoso, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Píleo** de 70-90 mm de Ø, plano-convexo, con el centro depresso; margen subobtusado, no o poco estriado; pileipellis desprendible ¼ del radio; superficie seca a subviscosa, opaca a ligeramente brillante, glabra, rugulosa; de color rojo sangre a rojo oscuro en el centro, ligeramente más claro en el margen. **Trama** de color blanco a blanquecino, sin cambios de color distintivos; olor ligero; sabor picante. **Láminas** subadheridas a subdecurrentes, juntas, un poco bifurcadas junto al estípite y hacia el margen, con pocas lamélulas; subagudas a subobtusadas, quebradizas; de color crema a amarillento; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor picante. **Esporada** de color crema. **Estípite** de 50-65 x 11-18 mm, cilíndrico; superficie opaca a ligeramente brillante en las partes coloreadas; ruguloso longitudinalmente; de color rojizo con áreas de color blanco, sobre todo hacia la base y hacia el ápice; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de 5.9-7.4-8.6-9.8 x 5.1-5.6-6.3-7.2 µm, anchamente elípticas a elípticas, a veces subglobosas (Q = 1.11-1.28-1.33-1.55; n = 64), con ornamentación amiloide, de 0.4-0.8(-1.1) µm de altura, constituida por espinas y verrugas aisladas o algunas fusionadas formando pequeñas crestas o con algunas verrugas y líneas que conectan algunos elementos, sin formar un retículo parcial; placa con una mancha amiloide. **Basidios** de 37-57(-60) x (8.8-)9.0-1.8(-12.0) µm, claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacrocistidios**

de (31-)39-130(-170) x (4.7-)5.1-9.1(-10.9) μm , fusiformes a delgadamente ventricosos, con el ápice subrostrado a mucronado, a menudo con algunas constricciones subapicales, abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacrocistidios** subcilíndricos a fusiformes o similares a los pleuromacrocistidios pero más pequeños, abundantes. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** de 70-280 μm de grosor, en forma de un ixotricodermis, diferenciado en un suprapellis y subpellis, con macrocistidios; hifas terminales filamentosas, cilíndricas, con el ápice obtuso o a veces ligeramente atenuado, de pared delgada; pileomacrocistidios de 31-170 x 4.7-10.9 μm , cortos y largos, cilíndricos a ventricosos o fusiformes, en parte nodulosos, unicelulares o hasta con 3(-4) septos. **Estipitipellis** menos desarrollado que la pileipellis, con caulomacrocistidios. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre pequeñas herbáceas, con algunos zacatonos. En bosques de *Pinus*, *Pinus-Abies* o *Pinus-Alnus*. A 2900-3100 m de altitud. Fructifica de julio a noviembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 11-VII-1990, *AKL 1566*; *ibid.*, 25-IX-1991, *AKL 2210*; *ibid.*, 12-XI-1992, *AKL 2512*; Municipio de San Luis Teolocholco, ladera O del Volcán La Malinche, 21-IX-1998, *AKL 2998* (todos en **TLXM**; ver Apéndice II, números 9 y 16).

OBSERVACIONES. Macroscópicamente esta especie se distingue por la coloración del basidioma y por crecer siempre en asociación con *Pinus*. *R. americana* es una especie similar que siempre crece asociada con *Abies religiosa*, mientras que la especie aquí descrita crece con *Pinus* y sus basidiosporas son de tamaño más pequeño. Comparando con *R. americana*, los basidiomas producidos por *R. sanguinaria* tienden a tener el píleo más depresso a subinfundibuliforme y con el estípite generalmente más corto que el \emptyset del píleo. Sin embargo, estas diferencias en la forma del basidioma no siempre se presentan. En los bosques de *Quercus* del centro de Tlaxcala, se desarrollan otras especies similares del grupo de *R. mexicana* BURL. y *R. persicina* KROMBH., que se distinguen por presentar basidiomas ligeramente más pequeños (píleo 45-70 mm \emptyset), más compactos, láminas ligeramente más decurrentes y a menudo con el estípite más claro o blanco. Microscópicamente, el ejemplar tipo de *R. mexicana* (Apéndice I) y algunos especímenes recolectados fuera del PNLN, son casi idénticos a los ejemplares estudiados y la principal diferencia se observa en el patrón y forma de la ornamentación en las basidiosporas. *R. persicina* se distingue por el número de septos que presentan los pileomacrocistidios, además de la ornamentación de las basidiosporas. Es probable que dentro del PNLN, en las partes donde aún existe *Quercus*, se puedan encontrar ejemplos de estas especies.

6.1.1.20. *Russula* cf. *albidula* PECK 1898. *Bull. Torrey Bot. Club* 25: 370.

Fig. 53

Basidioma de tamaño mediano, más o menos carnoso, un poco frágil, tricolomatoide, solitario. **Píleo** de 55-70 mm de \emptyset , plano-convexo; margen ligeramente estriado, obtuso a subobtusado; superficie ligeramente brillante, húmeda a viscosa, glabra, rugulosa; de color blanquecino

amarillento, con tonos gris o verdoso. **Trama** con sabor picante. **Láminas** subadheridas, juntas, un poco bifurcadas junto al estípite, con pocas lamélulas; subobtusas a subagudas, quebradizas; de color crema. **Esporada** de color crema (IIc; C). **Estípite** 60-80 x 12-18 mm, obclaviforme; superficie seca, rugulosa; de color blanquecino con tonos gris y verde; cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de 7.3-8.4-8.7-10.2 x 6.0-6.8-7.0-7.7 μm , anchamente elípticas [Q = 1.12-1.21-1.26-1.38; n = 50), con ornamentación amiloide, de 0.4-0.8 μm de altura, constituida principalmente por verrugas aisladas, a menudo catenuladas o unidas en grupos, a veces formando pequeñas bandas o con algunas líneas que conectan algunos elementos, sin formar un retículo; placa amiloide, rugosa. **Basidios** de 35-50 x 9.5-10.5 μm , claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacroциstidios** de 60-90 x 6.4-14.5 μm , fusiformes a delgadamente ventricosos, abundantes, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacroциstidios** más pequeños que los pleuromacroциstidios, subcilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado. **Subhimenio** seudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un ixotricodermis con macroциstidios; células terminales delgadas, alargadas, cilíndricas o sinuosas, obtusas o un poco atenuadas, de pared delgada; pileomacroциstidios estrechamente lageniformes a lanceolados, obtusos, a veces con algunas constricciones subapicales, con 0-1(-2) septos, de pared delgada; contenido abundante, en forma de cristales a granular, refringente en KOH, SV+. **Estipitipellis** menos desarrollada que la pileipellis. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus-Abies*. A 3200 m de altitud. Fructifica en septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 18-IX-1988, *AKL 968*; *ibid.*, 11-IX-1991, *AKL 2175* (ambos en **TLXM**).

OBSERVACIONES. La forma del basidioma es parecido al que produce *R. americana*, pero la coloración del basidioma es su característica distintiva. Varios autores han discutido la presencia de formas o variedades decoloradas o albinas en las especies de la sección *Firmae*. Muchas de ellas son consideradas especies independientes. Microscópicamente, sus basidiosporas presentan una ornamentación más parecida a las especies del grupo de *R. sanguinaria* que a las de *R. drimeia*. Por el tamaño de las basidiosporas, parece ser una forma o variedad decolorada de *R. americana*. En EUA se desarrolla *R. albidula*, una especie similar a la que aquí estudiamos. KIBBY Y FATTO (1990) la describen como un hongo que se caracteriza por ser de color blanco, con el píleo viscido, glabro, margen liso, pileipellis desprendible 1/2 del radio, láminas amarillentas, juntas, estípite, firme, cilíndrico, blanco, sin cambios de coloración, ni olor; con sabor picante, esporada amarillo pálido (cerca de E), basidiosporas de 7-9 x 5.5-7 μm , con verrugas de 0.2-0.6 μm de altura, a menudo catenuladas y con pocas líneas finas, pileomacroциstidios delgados, SV+, claviformes a subventricosos, hasta con 3 septos, contenido granular y porque crece bajo pinos y encinos.

6.1.1.21. *Russula cf. drimeia* COOKE 1881, *Handbook of British Fungi*: 323.

Fig. 54

Basidioma de tamaño mediano, tricolomatoide, más o menos carnoso, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Pileo** de 50-80 mm de Ø, plano-convexo, con el centro deprimido; margen subagudo a subobtusado, no o poco estriado; pileipellis desprendible $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ del radio; superficie seca a subviscosa, opaca a ligeramente brillante, glabra, rugulosa; de color púrpura obscuro en el centro, púrpura rojizo a púrpura violáceo en el margen, a veces con ligeros tonos verdosos. **Trama** de color blanco a blanquecino, sin cambios de color al corte o al maltrato; olor ligero; sabor picante. **Láminas** subadheridas, juntas, un poco bifurcadas junto al estípite y hacia el margen, con pocas lamélulas; subagudas a subobtusadas, quebradizas; de color amarillento; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor picante. **Esporada** de color crema amarillento. **Estípite** de 50-80 x 12-18 mm, cilíndrico; superficie opaca a ligeramente brillante en las partes coloreadas; ruguloso longitudinalmente; de color rojo púrpura claro a obscuro, con áreas de color blanquecino hacia la base y hacia el ápice; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). NH_4OH = sin reacción o ligeramente rosado.

Basidiosporas de 7.4-8.1-9.5 x 6.0-6.7-7.6 μm , anchamente elípticas ($Q = 1.22$, $n = 30$), con ornamentación amiloide, de 0.4-0.7 μm de altura, constituida por verrugas y pequeñas crestas, algunas de las cuales se conectan por líneas pero sin formar un retículo; placa distintivamente amiloide. **Basidios** de 50-60 x 8.5-12 μm , claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacroscistidios** de 70-160 x 8-13 μm , subcilíndricos a fusiformes, con el ápice mucronado, de pared delgada, contenido refringente en KOH, SV+. **Queilomacroscistidios** más pequeños que los pleuromacroscistidios. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un ixotricodermis modificado, con macroscistidios; hifas terminales cilíndricas a sinuosas, ápice obtuso, de pared delgada; pileomacroscistidios de 65-135 x 4-7.5 μm , subcilíndricos a fusiformes, ápice obtuso a mucronado o con algunas constricciones subapicales, de pared delgada, con 0-3 septos, contenido refringente en KOH, SV+. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos desarrollada. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo. En bosque de *Pinus-Abies*. A 3300 m de altitud. Recolectada en septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 11-VII-1990, *AKL-1566*; *ibid.*, 8-VIII-1990, *AKL-1668*; *ibid.*, 22-VIII-1990, *AKL-1690*; *ibid.*, 14-VIII-1991, *AKL-2075*; *ibid.*, 29-VIII-1991, *AKL-2120*; *ibid.*, 25-IX-1991, *AKL 2211* (todos en **TLXM**; ver Apéndice II, número 14).

OBSERVACIONES. Esta especie fue recolectada en una sola ocasión, sin embargo, se observó 2-3 veces en el campo. Se distingue por su basidioma tricolomatoide de color púrpura, láminas de color crema amarillento y trama con sabor picante. Perteneció al grupo de especies relacionadas con lo que anteriormente se conocía como *Russula sardonica* (p. ej., ROMAGNESI,

1967) y que en la actualidad se conoce como *R. drimeia* [p. ej., BON, 1988; parece ser que FRIES (1838) llamó *R. sardonía* a lo que hoy se conoce como *R. luteotacta* o a un taxón similar]. De hecho no existen diferencias importantes con las descripciones que se encontraron en la literatura (SINGER, 1963; ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). El único carácter que necesita ser corroborado es el color de la esporada, ya que en el material estudiado no fue posible compararlo con alguno de los códigos de colores disponibles.

R. queletii es una especie cercana que se distingue principalmente por presentar la ornamentación de las basidiosporas constituida por espinas aisladas. Al parecer la especie aquí descrita es poco frecuente en el PNLM, debido que se ha observado en pocas ocasiones durante varios años de estudio en el área. Se desarrolla bajo *Pinus* y no se conocen datos sobre su posible comestibilidad.

Sección TENELLAE (QUÉL.) SARNARI 1998

Basidioma de tamaño pequeño a mediano, a veces grande, tricolomatoide, frágil y quebradizo, en general esbelto, rara vez robusto y carnoso. **Píleo** con el margen obtuso, pileipellis separable, superficie húmeda a viscosa, glabra. **Trama** frágil, a veces más compacta en los ejemplares más robustos, con sabor no picante. **Láminas** sin lamélulas o con pocas. **Esporada** de color crema a amarillo brillante (IIc-IVe; C-H). **Estípite** frágil, a menudo más largo que el Ø del píleo. **Basidiosporas** con placa amiloide. **Basidios** a menudo cortos, hasta de 40(-50) µm de largo. **Pileipellis** con macrocistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes. **Especie tipo:** *R. puellaris* FR.

Observaciones. Esta sección agrupa a varias especies que se distinguen por presentar basidiomas generalmente pequeños y frágiles, con trama de sabor no picante, basidiosporas con placa amiloide y pileipellis con macrocistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes. Varias secciones presentan especies con basidiomas pequeños y frágiles, p. ej., la sección *Russula*, *Insidiosae* y *Lilaceae* entre otras. Sin embargo, las especies de las secciones *Russula* e *Insidiosae* se caracterizan por presentar la trama con sabor picante, mientras que las de *Lilaceae* presentan hifas primordiales en la pileipellis.

Algunas especies de la sección *Tenellae*, particularmente de la subsección *Laricinae*, presentan basidiomas ligeramente más grandes, más robustos o carnosos que el resto de las especies de la sección. Éstas podrían confundirse y agruparse junto con otras especies de la sección *Polychromae*. Sin embargo, la distinción entre ambas secciones se basa en algunos caracteres microscópicos, particularmente en el tamaño de basidios y pleuromacrocistidios y en la abundancia de pleuro- y pileomacrocistidios. Los basidios y pleuromacrocistidios a menudo son pequeños en *Tenellae* y relativamente más grandes en *Polychromae*, mientras que los pleuro- y pileomacrocistidios son escasos o poco abundantes en *Tenellae* y numerosos o abundantes en *Polychromae*.

Clave para las especies y subsecciones de la sección *Tenellae* representadas en el PNLM

1. Píleo de color amarillo anaranjado brillante **Russula** sp. 4 (p. 107)
1. Píleo de otro color, nunca amarillo anaranjado brillante 2
2. Esporada de color amarillo a amarillo oscuro (IVc-e). Basidioma a menudo de tamaño mediano a grande y un poco robusto o carnoso subsección **Laricinae** (p. 101)
2. Esporada de color crema a amarillo pálido o claro (II-IVa). Basidioma generalmente pequeño o mediano y frágil 3
3. Superficie del estípite con manchas distintivas de color pardo amarillo, amarillo pardusco o amarillo azafrán Subsección **Puellarinae** (p. 103)
3. Superficie del estípite sin manchas distintivas de color amarillo, amarillo pardusco a pardo amarillo, aunque puede mancharse de gris o pardusco. Basidioma pequeño y frágil. Píleo de color violáceo, a veces con tonos de color rosado y verdosos, con el centro muy oscuro o

negruzco, margen ligeramente estriado-tuberculado. Creciendo bajo *Abies*
 R. cf. *abietina* (p. 105)

Subsección LARICINAE (ROMAGN.) BON 1986

Basidioma de tamaño mediano a grande, un poco robusto y carnoso pero frágil. **Trama** a veces cambiando un color grisáceo, con olor débil, parecido a fruta o no apreciable. **Esporada** de color amarillo (IVc-e; G-H). **Especie tipo:** *R. laricina* VELEN.

Observaciones. Las especies que se agrupan en esta subsección presentan la esporada de color más oscuro (amarillo) y los basidiomas en general más robustos que el resto de las especies de la sección *Tenellae*. Con frecuencia crecen en bosques de coníferas. El sabor no picante de la trama las separa de las especies de la sección *Insidiosae*.

En el PNLM se ha observado sólo una especie que es común y se asocia con árboles de *Abies religiosa*. Es muy variable en color, pero a menudo presenta tonos de color olivo, pardo olivo a olivo violáceo o púrpura oliváceo, con el centro a menudo muy oscuro o negruzco y el estípite blanco:

6.1.1.22. *Russula* sp. 2

Figs. 55-57

Basidioma solitario a subgregario, de tamaño mediano a grande, a veces pequeño, más o menos robusto y un poco carnoso, tricolomatoide. **Píleo** 30-80 mm Ø, al principio pulvinado, después convexo a plano con el centro deprimido; margen liso o ligeramente estriado (estrias de 5-7 mm de largo), obtuso, ligeramente ondulado; pellis desprendible 1/3-1/2 del radio; superficie brillante y viscosa en tiempo húmedo, pero rápidamente opaca y seca, glabra, a veces ligeramente rugulosa en el centro; de color pardo, pardo rojizo (9E7, 9F6-7), pardo anaranjado (7C6), pardo olivo (4D4), pardo olivo amarillento, olivo (1F5-6, 2E7, 2F5, 3F3), olivo amarillento a gris olivo (2F2), a menudo muy oscuro (2F6), pardo rojizo (9E7) o negruzco en el centro o con tonos pálidos (amarillo grisáceo 1-2B7) y a veces con tonos de color vináceo, rojizo o grisáceo. **Trama** de 5 mm de ancho en el centro, 2-4 mm en el margen, frágil, de color blanco o blanquecino, sin cambios aparentes o distintivos, sólo ligeramente amarillo pálido (1-3A3) al manipularlo y de color rojizo, pardo u olivo bajo la pellis; olor ligero, sabor no picante. **Láminas** subadheridas, juntas a subdistantes (90-138 láminas en un píleo completo), poco bifurcadas junto al estípite, sin lamélulas o escasas; de 5-8 mm de ancho, obtusas, quebradizas; de color amarillo pálido o amarillento (3-4A3-4; IIIa-IVc); borde entero, del mismo color que el resto de las láminas; sabor suave o tardíamente picante pero fugaz o ligeramente picantes en ejemplares jóvenes. **Esporada** de color amarillo (IVd-IVe; H). **Estípite** de 48-150 x 7-25 mm, obelaviforme o cilíndrico; superficie seca, opaca, rugulosa; de color blanco, se mancha ligeramente de color amarillo pálido (3-4A3) al manipularlo; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Fenol = pardo rojizo oscuro. FeSO₄ = rosa grisáceo. KOH = sin reacción o solo ligeramente amarillento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Basidiosporas de (7.8-)9.1-9.9-10.8-11.8(-12.3) x (6.3-)6.7-7.2-8.2-8.8(-9.3) μm , anchamente elípticas a elípticas, rara vez subglobosas [Q = (1.15-)1.20-1.26-1.32-1.44(-1.52); n = 220], con ornamentación amiloide, de 0.5-1.0(-1.4) μm de altura, constituida por verrugas y espinas aisladas o a veces fusionadas formando pequeñas crestas o con algunas líneas uniendo algunos elementos pero sin formar ningún tipo de reticulación; placa con una mancha amiloide distintiva. **Basidios** de 32-55 x 9-13.5 μm , claviformes, con 4 esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroциstidios** de 52-78 x 8-12 μm , subcilíndricos a subfusiformes, con el ápice obtuso, mucronado o subrostrado, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, refringente en KOH y SV+/- . **Queilomacroциstidios** similares a los pleuromacroциstidios pero más pequeños. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un tricodermis poco gelatinizado, diferenciado en suprapellis y subpellis, con macroциstidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; suprapellis constituido por hifas de 1.6-5.3 μm de ancho, cilíndricas a sinuosas, rara vez subventricosas, suberectas, con el ápice obtuso, a veces mucronado o en algunas atenuado, de pared delgada, hialinas o amarillentas en KOH; pileomacroциstidios de 28-148(-167) x 2.9-8-2(-10.3) μm , cilíndricos a claviformes, con el ápice obtuso o rara vez mucronado o atenuado, unicelulares o hasta con 4 septos, de pared delgada; contenido poco abundante, en forma de cristales o granular, refringente en KOH, SV+; subpellis formado por hifas delgadas, entrelazadas, dispuestas horizontalmente. **Fíbulas** no observadas.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, a menudo entre musgos. En bosque dominados por *Abies religiosa*. A 3000-3600 msnm. Fructifica de mayo a noviembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 13-VI-1987, *AKL 224; ibid.*, 14-VII-1988, *AKL 725; ibid.*, 31-VII-1988, *AKL 748; ibid.*, 15-IX-1988, *AKL 936; ibid.*, 16-IX-1988, *AKL 949; ibid.*, 28-IX-1988, *AKL 969; ibid.*, 23-V-1990, *AKL 1375; ibid.*, 25-V-1990, *AKL 1382; ibid.*, 27-VII-1990, *AKL 1468; ibid.*, 27-VI-1990, *AKL 1473; ibid.*, 25-VII-1990, *AKL 1611, 1614; ibid.*, 5-IX-1990, *AKL 1737; ibid.*, 19-IX-1990, *AKL 1785; ibid.*, 17-X-1990, *AKL 1834; ibid.*, 3-X-1990, *AKL 1813; ibid.*, 17-X-1990, *AKL 1827; ibid.*, 31-X-1990, *AKL 1852, 1856; ibid.*, 28-XI-1990, *AKL 1873, 1874; ibid.*, 25-VII-1990, *AKL 1602; ibid.*, 5-IX-1990, *AKL 1736; ibid.*, 14-VIII-1991, *AKL 2076; ibid.*, 30-VIII-1991, *AKL 2127; ibid.*, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al O de Francisco Javier Mina, 18-IV-1994, *AKL 2802* (todos en **TLXM**; ver Apéndice II, números 10 y 12).

OBSERVACIONES. Los ejemplares del PNLM se distinguen por el porte más o menos robusto del basidioma, píleo a menudo de color olivo, pardo olivo a olivo vináceo o púrpura oliváceo y centro muy oscuro o negruzco, estípites blanco y más largo que el \emptyset del píleo, láminas de color amarillo, trama sin cambios distintivos de color, sabor no picante y esporada de color amarillo. Es común (en la época propicia) dentro de los bosques de *Abies religiosa*. Es similar a *Russula olivina* descrita por RUOTSALAINEN y VAURAS (1990) de Finlandia, pero esta especie se distingue por sus basidios bispóricos, por su color más claro o pálido y por crecer en asociación con *Picea abies*. Esta especie también fue incluida dentro de la subsección *Laricinae*, sección *Tenellae*. Es probable que represente un taxón aun no descrito ya que no se conocen hasta el momento especies con las características que presenta esta especie.

Subsección **PUELLARINAE** SINGER 1932

Basidioma muy pequeño o de tamaño mediano. **Trama** a menudo cambiando a un color amarillo pardusco, ocre-amarillo o pardo amarillo con la edad, sobre todo la superficie del estípite. **Esporada** de color crema, ocre o amarillo (IIa-IVb). **Estípite** a menudo más largo que el diámetro del píleo, frágil y con manchas distintivas de color pardo amarillo, ocre-amarillo a amarillo pardusco en los ejemplares maduros. **Especie tipo:** *R. puellaris* FR.

Observaciones. Esta subsección se distingue por el intenso cambio de color de la trama y del estípite al madurar. BON (1988) separa a las especies con olor fuerte y aromático, parecido a geranio, afrutado o mentolado dentro de la subsección *Odoratinae*. ROMAGNESI (1967) señaló que es difícil separar a las especies de *Puellarinae* de las de *Rhodellinae*. Estas últimas se distinguen principalmente por no presentar las tonalidades de color amarillo y más bien parduscas en los ejemplares maduros y porque a menudo presentan coloraciones predominantemente rojizas en el píleo (BON, 1988).

En el PNLM se conocen tres especies de esta subsección. Dos crecen asociadas a coníferas y una a encinos. En los bosques dominados por de *Abies religiosa* se desarrolla una especie que produce basidiomas de tamaño pequeño y frágiles, con el centro del píleo oscuro (\neq negruzco a vino negruzco), el margen púrpura rosado, rosa grisáceo a vináceo o con tonos olivo, y que se asemeja a *Russula abietina* Peck. En asociación con *Pinus* crece otra con el píleo de color púrpura violáceo que a menudo se decolora a un amarillento pardusco claro o presentando extensas zonas pálidas. Esta última probablemente no muy diferente de *R. puellaris*. Bajo los árboles que quedan de lo que fue el bosque de *Quercus* en el PNLM crece una especie con el píleo uniformemente de color rojo pardusco.

Clave para las especies de la subsección *Puellarinae* presentes en el PNLM

1. Píleo de color rojo pardusco. En asociación con *Quercus* **Russula** sp. 3 (p. 105)
1. Píleo de color púrpura, vináceo, a menudo con tonos olivo a rosa y el centro oscuro, aunque a veces decolorándose hasta un amarillo pardusco claro o pálido, con áreas blanquecinas. Generalmente en asociación con *Pinaceae* (*Abies* o *Pinus*) **2**
2. Píleo de color púrpura a vináceo, a menudo decolorándose hacia hasta amarillo pardusco u ocráceo claro o pálido, con áreas blanquecinas. Esporada de color crema (IIc-IIId). Creciendo en asociación con *Pinus* **R. cf. puellaris** (ver abajo)
2. Píleo no decolorándose, a menudo muy oscuro en el centro, \neq negruzco a vino negruzco y púrpura rosado a rosa grisáceo o vináceo en el margen, a veces con ligeros tonos de color olivo. Esporada de color ocre (IIIa-IIIc). Asociada con *Abies* **R. cf. abietina** (p. 105)

6.1.1.23. *Russula* cf. *puellaris* FR. 1838, *Epicrasis*: 362.

Figs. 58-59

Basidioma de tamaño pequeño a mediano, tricolomatoide, a menudo o en pequeños grupos (2-4 basidiomas), rara vez solitario. **Píleo** de 30-60 mm de \emptyset , plano-convexo, con el centro deprimido;

margen liso o estriado, obtuso, a veces ligeramente ondulado; superficie glabra, húmeda a viscosa, generalmente brillante en el margen cuando seco; de color púrpura, vináceo (9E8) o en parte pardusco (10-11E8) a rojizo (8C8), a menudo decolorándose hacia hasta amarillo pardusco u ocráceo claro o pálido, con áreas blanquecinas, grisáceas o violáceas. **Trama** de 3 mm de ancho en el centro y 1 mm en el margen, de color blanco, a menudo manchándose de color amarillo pardusco con la edad y bajo la pellis, frágil; olor ligeramente aromático; sabor suave, no picante. **Láminas** subadheridas, juntas a subdistantes; poco bifurcadas junto al estípite, sin lamélulas o escasas, de 3-6 mm de ancho, quebradizas; de color amarillento (III; 4A3-4); borde entero, del mismo color que el resto de la lámina; sabor suave, parecido al de la nuez. **Esporada** de color crema (IIc). **Estípite** de 35-60 x 6-15 mm, claviforme; superficie opaca, seca, rugulosa longitudinalmente, de color blanco, se mancha distintivamente de color amarillo pardusco o pardo amarillento con la edad; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de 7.1-7.8-8.7 x 5.1-5.5-6.0 μm , elípticas, a veces anchamente elípticas [Q = (1.28-)1.29-1.41-1.52(-1.53); n = 32], con ornamentación amiloide, constituida por pequeñas crestas y verrugas, unidas por líneas y bandas delgadas, formando un retículo casi completo y algunos elementos aislados; placa con una mancha amiloide difusa. **Basidios** de 27-36 x 6.7-11.1 μm , subcilíndricos a claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacrocistidios** de 48-62 x 7.1-9.9 μm , fusiformes a ventricosos, con el ápice mucronado a rostrado, a menudo con constricciones subapicales, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+. **Queilomacrocistidios** claviformes a ventricosos, más pequeños que los pleuromacrocistidios. **Células marginales** de pared delgada, hialinas en KOH. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un tricodermis modificado, ligeramente gelatinizada, con macrocistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido resistentes; suprapellis constituido por hifas de 2.5-5.3 μm de \emptyset , cilíndricas a sinuosas, con el ápice obtuso o atenuado, de pared delgada, hialinas en KOH; pileomacrocistidios de 4.3-7.6 μm de ancho, cilíndricos a claviformes, ápice obtuso a ligeramente mucronado, de pared delgada, unicelulares o hasta con 3 septos; contenido escaso, a menudo en forma de cristales, de color amarillento y refringentes en KOH, SV+/-; subpellis en forma de una cutis ligeramente gelatinizada, constituido por hifas postradas y fuertemente entrelazadas, hialinas en KOH. **Estipitipellis** en forma de una cutis modificada, no gelatinizada, constituida por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada, con caulomacrocistidios, escasos. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, a menudo entre herbáceas o pastos amacollados. En bosques de *Pinus*. Recolectada a 3000-3400 msnm. Fructifica de junio a noviembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 13-VII-1988, *AKL 688, 691; ibid.*, 4-VIII-1989, *AKL 1156; ibid.*, 12-X-1989, *AKL 1328; ibid.*, 19-IX-1990, *AKL 1791; ibid.*, 8-XI-1991, *AKL 2232; ibid.*, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del volcán La Malinche, 4-7 km al O de Francisco Javier Mina, 26-VI-1997, *AME s.n.* (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por el tamaño, la consistencia y el color de sus basidiomas: pequeño, frágil, con el pileo de color púrpura pardusco a vináceo que se decolora

fácilmente a ocráceo o amarillento y porque el estípite se mancha de un color amarillo pardusco u ocre-amarillo con la edad. La principal diferencia con respecto a las descripciones europeas (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988) se observa en la coloración del píleo, más pardusca en los especímenes estudiados y más púrpura en los europeos, además, el hábitat en el PNLM es el bosque de *Pinus* y en Europa se menciona que crece preferentemente en bosques de latifoliadas, aunque también puede crecer bajo coníferas (BON, 1988). Debido a estas características no fue determinada de manera confiable. Sin embargo, creemos que es un taxón relacionado o conoespecífico con *R. puellaris*. *R. appalachiensis* SINGER es similar a *R. puellaris* pero se distingue de esta última, por presentar basidiosporas más reticuladas y a diferencia de los especímenes estudiado, crece bajo latifoliadas como *Populus*, *Fagus*, *Betula* o *Quercus* (SINGER, 1957a).

No se conocen datos sobre su comestibilidad, usos o nombre común dentro del PNLM.

6.1.1.24. *Russula* sp. 3

Fig. 60

OBSERVACIONES. Esta especie se observó creciendo bajo *Quercus* (sitio de recolección 7, Fig. 9). Fue recolectada en una sola ocasión y no fue posible tomar los datos en fresco necesarios para una adecuada identificación, por lo que para el presente trabajo no fue posible su determinación. Presenta el distintivo cambio de color de la trama (amarillo pardusco a pardo amarillento en el estípite), típico de la subsección *Puellarinae*.

6.1.1.25. *Russula* cf. *abietina* PECK 1901, *Ann. Rep. N. Y. State Mus. Nat. Hist.* 54: 180.

Fig. 61

Basidioma de tamaño pequeño, tricolomatoide, esbelto, frágil y quebradizo, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Píleo** de 40-45 mm de Ø, convexo-plano, con el centro depresivo o a veces ligeramente umbonado en la depresión; margen ligeramente estriado (3-6 mm), obtuso; pileipellis desprendible 1/2 del radio; superficie viscosa, después seca, brillante, después opaca, glabra; de color oscuro en el centro, ± negruzco a vino negruzco, púrpura rosado a rosa grisáceo o vináceo en el margen, a veces con ligeros tonos de color olivo. **Trama** de color blanco, con tonos de color vináceo bajo la cutícula; olor ± aromático; sabor suave. **Láminas** de color amarillo pálido; borde entero, del mismo color; ± libres, juntas (90-92 láminas que llegan al estípite en un píleo completo); sin lamélulas o escasas, poco bifurcadas junto al estípite; obtusas, de 4-5 mm de ancho; sabor suave. **Esporada** de color ocre (IIIc). **Estípite** de 40-55 x 7-14 mm; obclaviforme; superficie seca, opaca, rugulosa longitudinalmente; cavernoso; de color blanco, se mancha de gris en la base de algunos ejemplares y a veces de amarillo en algunos ejemplares.

Reacciones macroquímicas (trama). No practicadas.

Basidiosporas de 7.2-8.0-9.1 x 5.2-5.7-6.3 µm, elípticas, a veces anchamente elípticas [Q = (1.29-1.31-1.42-1.53(-1.55)); n = 32], con ornamentación amiloide, hasta de 1.3 µm de altura.

constituida por pequeñas espinas y verrugas, unidas por líneas y bandas delgadas, formando un retículo casi completo y con algunas crestas y elementos aislados; placa amiloide. **Basidios** de 31-42 x 10.2-12.7 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, con pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 57-72 x 7.2-13.6 μm , subcilíndricos a fusiformes, con el ápice obtuso, mucronado o subrostrado, de pared delgada, escasos, contenido granular o en forma de cristales, refringente en KOH y SV+/- . **Queilomacroscistidios** de 38-42 x 6.9-10.8 μm , fusiformes, con el ápice mucronado a subrostrado, el resto similar a los pleuromacroscistidios. **Células marginales** de 23-36 x 3.8-5.6 μm , a menudo sinuosas o con algunas constricciones, con el ápice obtuso o mucronado, de pared delgada, hialinas en KOH. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un ixotricodermis modificado, con macroscistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido resistentes; suprapellis constituido por hifas de 2.3-5.6 μm de \varnothing , cilíndricas o ligeramente sinuosas, con el ápice obtuso, de pared delgada, hialinas en KOH; pileomacroscistidios de 4.2-8.5 μm de ancho, cilíndricos a claviformes, ápice obtuso a ligeramente mucronado, de pared delgada, con 0-2 septos; contenido escaso, a menudo en forma de cristales, de color amarillento y refringentes en KOH, SV+/-; subpellis en forma de una cutis ligeramente gelatinizada, constituida por hifas fuertemente entrelazadas, hialinas en KOH. **Estipitipellis** en forma de una cutis modificada, no gelatinizada, formada por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada, con caulomacroscistidios, escasos. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre musgos, en barrancas húmedas. En bosques de *Abies religiosa*. Recolectada a 3100-3200 msnm. Fructifica en octubre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 4-7 km al O de Francisco Javier Mina, 26-X-1998, *AKL s.n.*; *ibid.*, *AKL s.n.* (ambos en **TLXM**).

OBSERVACIONES. Este taxón se distingue por el tamaño pequeño de sus basidiomas, su consistencia frágil, el color púrpura vináceo del píleo, ocre de la esporada y por crecer bajo *Abies*. Estos caracteres relacionan a los ejemplares del PNLM con *R. abietina* PECK. Los caracteres que presentan los especímenes estudiados: píleo de 25-65 mm de \varnothing , de color púrpura-vináceo, púrpura-verdoso o verde-olivo, con el centro pardo negruzco o verde, viscido, con el margen estriado-tuberculado, trama con sabor suave, láminas subdistantes, de color amarillo pálido, estípite de 25-65 x 5-10 mm, de color blanco y basidiosporas de color ocráceo-amarillento-brillante, de 7.5 x 10 μm de \varnothing , son muy similares a la descripción dada por BURLINGHAM (1915) para *R. abietina*. La principal diferencia observada con esta descripción es que BURLINGHAM (1915) no mencionó ningún cambio de color distintivo en la trama o en el estípite, como se observa en los taxa de *Puellarinae* y en el material estudiado. Sin embargo, la interpretación de esta especie ha variado mucho con el tiempo:

SINGER (1938) describió dos recolecciones de *R. abietina* procedentes de EUA, una con el píleo de color negro púrpura en el centro y gris o con reflejos púrpura vináceo en el margen, viscido, margen estriado-tuberculado, trama rosada bajo la pileipellis, láminas ocre pálido, esporada de color amarillo y basidiosporas de 7.5-9.0 x 7.3-8.7 μm con verrugas de 0.4-0.7 μm de altura; la otra con píleo púrpura, variando a lila vináceo pálido y centro oscuro o negruzco, viscido, margen a veces débilmente estriado-tuberculado, trama a veces ligeramente picante, esporada de color amarillo y estípite de 30-50 mm de longitud. Agrupó a esta especie dentro de la subsección *Urentinae*, junto con *R. chamaelon* SINGER, *R. nauseosa* (PERS.) FR., *R. nitida* FR.

y *R. cernehorskyi* SINGER. Posteriormente (SINGER, 1943), al revisar la recolección tipo de *R. abietina*, encontró una mezcla de dos taxa, por lo que propuso considerar el nombre de *R. abietina* como un *nomen ambiguum*, señalando que una parte del tipo es idéntico con *R. blackfordiae* PECK y la otra parte con *R. sphagnophila* KAUFFMAN. Además, mencionó que las descripciones de los ejemplares que determinó como *R. abietina* (SINGER, 1938) ahora deben ser llamados *R. placita* BURL.

En años más recientes, BON (1988) utilizó el nombre de *R. puellaris* var. *abietina* (PECK) BON para especímenes europeos que se distingue por crecer bajo coníferas *Picea*, *Abies*, *Pinus* o *Pseudotsuga* y presentar un píleo de 50-80(100) mm de Ø, de color vino, a veces muy oscuro en el centro. Este taxón europeo se describe más robusto por lo que probablemente no corresponda con el material estudiado del PNLM. KIBBY y FATTO (1990) describieron a *R. abietina* como una especie con el píleo de 30-70 mm de Ø, de color vino, rojo púrpura o púrpura-verdoso, verde negruzco al centro, con el margen estriado tuberculado, láminas subdistantes, estípites que se mancha de color pardo y esporada de color ocre-amarillento (IIIc-IVa; F-G). El material estudiado no presenta diferencias importantes con esta descripción. En este trabajo se siguió el criterio de BURLINGHAM (1915) y KIBBY y FATTO (1990) para determinar a la especie del PNLM, debido a que sus descripciones se apega a los caracteres que presenta los ejemplares estudiados. No obstante, el nombre de *R. abietina* parece ser que no es válido por lo que es necesario corroborar los datos proporcionados por SINGER (1943) y en su caso designar un nuevo nombre para este taxón.

Los especímenes aquí estudiados se distinguen de *R. cf. puellaris* principalmente por el hábitat (bosque de *Abies*) y por presentar las coloraciones del basidioma menos variable.

No se conocen datos sobre su comestibilidad, usos o nombre común dentro del PNLM.

Tenellae incertae sedis

6.1.1.26. *Russula* sp. 4

Basidioma de tamaño pequeño, con porte tricolomatoide, solitario. **Píleo** de 40-50 mm de Ø, plano-convexo, con el centro deprimido; margen obtuso, ligeramente estriado; pileipellis desprendible ½ del radio; superficie viscosa y brillante en el centro, opaca y seca en el margen, glabra, rugulosa hacia el margen; de color amarillo anaranjado brillante o amarillo mantequilla (4A5) en el centro, amarillo claro o amarillo pastel (2A4-5) en el margen. **Trama** de 2 mm de ancho en el margen; de color blanco; olor ligero, aromático; sabor suave, no picante. **Láminas** subadheridas, juntas, poco bifurcadas junto al estípites, sin lamélulas; quebradizas, de 4-5 mm de ancho, obtusas; de color amarillo (IIIc-IVa); borde entero. sabor suave, un poco distintivo pero no picante. **Esporada** de color amarillo claro (IVa; G). **Estípites** de 30-35 x 11-12 mm, cilíndrico; superficie seca, opaca, rugulosa longitudinalmente; de color blanco; cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Fenol = pardo oscuro. FeSO₄ = gris rosado a pardo rosado. Formol = grisáceo.

Basidiosporas de 7.9-9.3-10.9(-11.0) x 6.5-7.5-8.9(-9.1) μm , anchamente elípticas, subglobosas o elípticas [Q = 1.15-1.24-1.33(-1.36), n = 32]; ornamentación amiloide, de 0.7-1.3 μm de altura, constituida por verrugas y espinas, completamente aisladas, a menudo las verrugas o espinas se encuentran reunidas formando pequeños grupos de 2-3 elementos que se fusionan para formar pequeñas crestas; placa con una mancha amiloide, a menudo en forma de herradura (periférica) y hacia el centro hialina o ligeramente amiloide. **Basidios** de 38-56 x 11.0-15.1 μm , claviformes, con cuatro esterigmas hasta de 10 μm de largo, con pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 78-130 x 9.0-15.8 μm , fusiformes, de pared delgada, con el ápice rostrado o mucronado, escasos y dispersos; contenido escaso, granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH y SV+/- . **Queilomacroscistidios** de 51-79 x 6.7-11.1 μm , cilíndrico-claviformes a fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado, el resto similar al de los pleuromacroscistidios. **Células marginales** de 16-31 x 4.3-6.0 μm , cilíndricas, anchamente lageniformes a sinuosas, con el ápice obtuso a mucronado, de pared delgada, hialinas en KOH. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** bien diferenciada de la trama, en forma de un ixotricodermis modificado, ligeramente gelatinizada, con macroscistidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; suprapellis constituido principalmente por células filamentosas, de 1.9-3.2 μm de ancho, algo ramificadas, suberectas a erectas, células terminales cilíndricas, sinuosas o lageniformes, ápice obtuso, submucronado a ligeramente atenuado, de pared delgada y hialinas en KOH; pileomacroscistidios de 49-143 x 3.1-7.2 μm , cilíndricos a claviformes, ápice obtuso, de pared delgada, con 0-2 septos, contenido en forma de cristales de color amarillento y refringentes en KOH, SV+; subpellis en forma de una cutis a ixocutis, formada por hifas filamentosas postradas, de pared delgada y hialinas en KOH. **Estipitipellis** en forma de una cutis, no gelatinizada, con caulomacroscistidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT Y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre musgos y pequeñas herbáceas. En un bosque de *Pinus-Abies*. Recolectado a 3200-3300 msnm. Fructifica en agosto.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 19-VIII-1992, *AKL 2428* (TLXM).

OBSERVACIONES. Macroscópicamente, es similar a *Russula lutea*, pero se distinguen microscópicamente porque la especie aquí tratada carece de hifas primordiales con incrustaciones ácido-resistentes en la pileipellis. Debido al tamaño y consistencia del basidioma y a la estructura de la pileipellis esta especie fue ubicada dentro de la sección *Tenellae*. Sin embargo, su clasificación al nivel de subsección resultó más complicada debido a que presenta una combinación de caracteres no acordes con las subsecciones descritas para la sección *Tenellae*. El carácter macroscópico más distintivo es la coloración del basidioma, amarillo en pileo y láminas y blanco en el estípite.

Parece ser un taxón que fructifica esporádicamente dentro del PNLM debido a que el sitio donde fue recolectado ha sido explorado por varios años y hasta ahora no a sido observado nuevamente. Se desconoce con que tipo de hospedero forma ectomicorriza ya que fue recolectado en un bosque mixto de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*.

No se conocen datos sobre su uso, comestibilidad o nombre común dentro del PNLM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección POLYCHROMAE MAIRE 1910

Basidioma de tamaño mediano a muy grande, generalmente robusto y carnoso. **Pileo** con el margen obtuso; pileipellis separable; superficie viscosa, glabra. **Trama** con sabor suave, no picante. **Láminas** obtusas, sin lamélulas o con pocas. **Esporada** de color ocre pálido a amarillo brillante (IIIa-IVe; E-H). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Basidios** hasta de 55(-65) μ m de largo. **Cistidios** con fuerte reacción en SV. **Trama** con abundantes esferocitos. **Pileipellis** con abundantes macrocistidios, sin incrustaciones ácido-resistentes, ni hifas primordiales. **Especie tipo:** *R. romellii* MAIRE

Observaciones. Esta sección difiere de la sección *Tenellae* por presentar basidiomas más robustos, carnosos y porque microscópicamente presentan basidios y cistidios himeniales a menudo más grandes y estos últimos más abundantes. La sección *Russulinae* se distingue porque la pileipellis de sus especies presentan incrustaciones o gúttulas ácido-resistentes sobre los pileomacrocistidios. Las especies de la sección *Insidiosae* poseen una trama con sabor picante y las de *Viridantes* presentan una reacción en general de color verde con FeSO_4 . La circunscripción de esta sección se basó en el trabajo de BON (1988).

SINGER (1986) consideró a esta sección en el rango de subsección, incluyendo a *R. polychroma* SINGER ex HORA (*R. integra sensu* MAIRE) como la especie tipo del grupo. Sin embargo, en la clasificación adoptada en el presente trabajo, *R. integra sensu* MAIRE se incluye dentro de la sección *Russulinae*. BON (1988) señaló a *R. romellii* como la especie tipo de esta sección y dividió a esta última en cuatro subsecciones, con base en los cambios de coloración en la trama y el color del pileo: 1) *Decolorantinae*, con trama que cambia a un color grisáceo o negruzco; 2) *Melliolentinae*, con trama que cambia a un color amarillo o pardo; 3) *Laeticolorinae*, trama sin cambios de color, pileo de color blanco, rosado o rojo; y 4) *Integriforminae*, trama sin cambios de color, pileo de varios colores, no blanco, rosado ni rojo.

En el PNLM se recolectaron basidiomas de una especie que presenta las características de la sección *Polychromae sensu* BON (1988) y se distingue por presentar un color rojo vino muy oscuro, la trama presenta una ligera tendencia a tornarse amarillenta y microscópicamente los pileomacrocistidios son septados. Debido a estos dos últimos caracteres se podría ubicar dentro de la subsección *Melliolentinae*, sin embargo, el cambio de coloración en la trama no fue muy evidente por lo que es necesario realizar más recolecciones para verificar la verdadera intensidad en el cambio de color y poder precisar mejor su ubicación dentro de las subsecciones conocidas.

Polychromae incertae sedis

6.1.1.27. *Russula* sp. 5

Fig. 62

Basidioma de tamaño grande a muy grande, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Pileo** de 55-120 mm \varnothing , convexo a plano, con el centro deprimido; margen liso o ligeramente estriado, obtuso, a menudo ondulado, a veces lobulado; pileipellis desprendible $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$

de radio; superficie opaca o brillante y viscosa en tiempo húmedo, ligeramente rugulosa en el centro, glabra; de color rojo vino oscuro, rojo púrpura oscuro a negruzco (10F6, 11F6-8, 12F6) en el margen, ocráceo amarillento (4A4, 5C6, 6D8) en el centro, oscuro en los jóvenes. **Trama** de 5-7 mm de ancho en el margen; de color blanco a blanquecino, sin cambios evidentes pero tiende a presentar ligeros tonos de color amarillo pardusco claro o pálido con la edad; olor ligeramente aromático o fúngico; sabor suave, no picante. **Láminas** libres a subadheridas, juntas a muy juntas; con pocas lamélulas o sin ellas, poco bifurcadas junto al estípote, a veces en la parte media o junto al pileo; obtusas, de 5-10 mm de ancho, quebradizas; de color amarillento a amarillo (IVb; 4A3-4); borde entero, concolor. **Esporada** de color amarillo (IVc). **Estípote** de 65-110 x 15-40 mm, cilíndrico a obclaviforme; superficie opaca, seca, rugulosa longitudinalmente, a veces ligeramente areolada en partes; de color blanco, se mancha ligeramente de color amarillo pardusco pálido (2B4) con la edad; sólido.

Reacciones macroquímicas (trama). Fenol = pardo oscuro. FeSO₄ = rosa pálido. Formol = rojizo a pardo rojizo (8E5).

Basidiosporas de 7.5-8.4-8.7-9.8(-10.2) x 6.2-6.7-6.8-7.6(-7.9) µm, anchamente elípticas a elípticas [Q = 1.16-1.25-1.29-1.39(-1.45), n = 62], con ornamentación amiloide, de 0.7-1.2 µm de altura, constituida por espinas y verrugas, a menudo aisladas o fusionadas en pares o tercias, a veces unidas por finas líneas llegando a formar retículos parciales, pero no completamente reticuladas; placa con una mancha amiloide. **Basidios** de 38-60 x 8.6-14.3 µm, claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacroциstidios** de 21-76 x 7.1-11.9 µm, fusiformes, con el ápice obtuso o mucronado y entonces con algunas constricciones subapicales, proyectándose hasta 55 µm más allá de los basidiolos, de pared delgada, abundantes, contenido granular o en forma de cristales, refringentes en KOH, SV+. **Queilomacroциstidios** de 68-103 x 6.3-9.1 µm, similares a los pleuromacroциstidios. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama** heterómera. **Pileipellis** en forma de un ixotricodermis modificado, con macroциstidios, sin hifas primordiales ni incrustaciones ácido-resistentes; suprapellis formado por hifas de 3.0-5.5 µm de ancho, a menudo atenuadas hacia la parte superior, con sólo algunos elementos obtusos, de pared delgada, hialinas o con pigmento ligeramente rojizo en KOH; pileomacroциstidios de 4.6-8.7 µm de ancho, cilíndricos a sinuosos, con el ápice a menudo mucronado, de pared delgada, hasta con 5 septos, contenido escaso, amarillento y refringente en KOH, sin incrustaciones ácido-resistentes. **Estipitipellis** con caulomacroциstidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Solitario a subgregario. Sobre el suelo. En bosques de *Abies* y *Abies-Pinus*. A 3000-3500 m de altitud. Fructifica de julio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, ladera E del volcán, Cañada Grande, bosque de *Abies* y *Abies-Pinus*, 25-VII-1990, AKL 1627; *ibid.*, 20-IX-1991, AKL 2197 (todo en TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue por el color rojo vino muy oscuro del pileo, el sabor no picante de la trama y su tendencia a tornarse ligeramente de color amarillento, el color amarillo de su esporada y microscópicamente por presentar pileomacroциstidios con varios septos. Probablemente, esta especie crece asociada con *Abies religiosa*, sin embargo, es necesario realizar más recolecciones para comprobar esta asociación. Por la tendencia de la

Sección Polychromae

trama a tornarse de color amarillento y la septación de los pileomacrocistidios es posible que esta especie se encuentre relacionada con las especies de la subsección *Melliolentinae*. Sin embargo, todas las especies incluidas en esta subsección por BON (1988), p. ej., *R. melliolens* QUÉL., *R. dryophila* SARNARI, *R. viscida* KUDRNA, *R. artesiiana* BON, *R. pseudorosea* J. BLUM y *R. aerina* ROMAGN. presentan esporada de color crema (IIa-c). SARNARI (1991) realizó una enmendación a esta subsección para excluir a las especies con sabor picante (*R. viscida* y *R. artesiiana*) e incluir a especies con esporada de color amarillo (IV). Con estas modificaciones, este autor incluyó sólo a *R. melliolens*, *R. dryophila* y *R. annae* SARNARI dentro de la subsección *Melliolentinae*. *R. annae* presenta el color de la esporada similar a los especímenes estudiados, sin embargo, difiere principalmente en el color del píleo y por crecer bajo *Quercus* (SARNARI, 1991).

De las especies descritas de EUA, *R. maxima* BURL. es una de las que más se asemejan a la especie del PNLM, sin embargo, difiere principalmente por el color más púrpura del píleo, más claro (II-III) de la esporada y más rosa del estípite (BURLINGHAM, 1915).

Por la ligera tendencia de la trama a tornarse amarillenta y porque microscópicamente los pileomacrocistidios son septados, los especímenes estudiados podría ubicarse dentro de la subsección *Melliolentinae*, sin embargo, el cambio de coloración en la trama no fue muy distintivo. Por lo tanto, son necesarias realizar más recolecciones para verificar la verdadera intensidad en el cambio de color en la trama y decidir con certeza si pertenece a la subsección *Melliolentinae* o a otra subsección de *Polychromae*.

No se conocen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del PNLM.

Sección RUSSULINAE (J. SCHRÖT.) SINGER 1926

Basidioma de tamaño mediano a muy grande, a menudo robusto y carnoso, tricolomatoide. **Trama** con sabor suave, no picante. **Láminas** sin lamélulas o escasas. **Esporada** de color crema a amarillo (II-IV). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Pileipellis** con macrocistidios que también presentan incrustaciones o gútlulas ácido-resistentes, sin hifas primordiales. **Especie tipo:** *R. integra* (L.) FR.

Observaciones. Esta sección difiere de *Polychromae* únicamente porque sus especies presentan incrustaciones o gútlulas ácido-resistentes sobre los pileomacrocistidios. La circunscripción de esta sección se basó en el trabajo de BON (1988). Las especies de la sección *Rigidae sensu* BON (1988) y hasta ahora no recolectadas en el PNLM, también presenta pileomacrocistidios con incrustaciones ácido-resistentes, pero difieren de los *Russulinae* en que el sabor de la trama en las especies de *Rigidae* es picante o amargo.

Subsección INTEGRINAE MAIRE 1910

Píleo de color rojo grosella obscuro, vino, púrpura, pardo o bronce. **Esporada** de color ocre o amarillo (III-IV), rara vez crema (II). **Especie tipo:** *R. integra* (L.) FR.

Observaciones. La especie tipo de esta subsección es *R. integra sensu* MAIRE. Sin embargo, la interpretación de SINGER (1986) sobre esta especie es diferente a la concepción de los autores franceses (p. ej., ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). Para SINGER (1986), *R. integra* es una especie que forma basidiomas de tamaño mediano a grande, con el píleo de color rojo ladrillo, a menudo con carmín hacia el margen y cobre anaranjado en el centro, estípite a veces rosado hacia la base, esporada de color ocre (IIIa-b) y basidiosporas hasta de 9-9.5 x 7 µm. *R. integra sensu* MAIRE es una especie que forma basidiomas con el píleo de color más pardo amarillento, pardo vináceo a púrpura, estípite blanco, esporada amarilla (IVb-d) y basidiosporas de 8-11 x 7-9.5 µm.

SINGER (1986) nombró *R. polychroma* SINGER a la *R. integra sensu* MAIRE y los autores franceses llaman *R. velenovskyi* MELZER et ZVÁRA a la *R. integra* de SINGER. En la clasificación de SINGER (1986), *R. integra* (= *R. velenovskyi sensu auct. fran.*) es ubicada dentro de la subsección *Integrae*, y *R. polychroma* (= *R. integra sensu* MAIRE) en la subsección *Polychromae*. La principal diferencia entre ambas subsecciones es el color de la esporada, ocre (IIIa-c) en la subsección *Integrae* y amarilla (IVa-d) en la subsección *Polychromae* (SINGER, 1986).

BON (1988) dividió a esta sección en tres subsecciones con base en el color del píleo y de las basidiosporas. Las especies de la subsección *Integrinae* presentan el píleo de color rojo grosella obscuro, vino, púrpura, pardo o bronce. En las especies de la subsección *Paludosinae* y *Laetinae* el píleo es de color rojo brillante, anaranjado rojizo, rojo ladrillo, amarillo o amarillo rosado, rara vez con tonos vino. Estas dos últimas subsecciones se separan por el color de la esporada, siendo crema a ocre (II-III) en *Paludosinae* y amarillo (IV) en *Laetinae*.

En el presente trabajo se siguió la clasificación de BON (1988) y por lo tanto, se sigue el concepto de *R. integra sensu* MAIRE (= *R. polychroma* SINGER). Así, la subsección *Integrinae* de

BON es equivalente, en parte, a la subsección *Polychromae* de SINGER y la subsección *Integrae* de SINGER es equivalente a la subsección *Paludosinae* de BON.

6.1.1.28. *Russula cf. integra* (L.) FR. 1838, *Epicrisis*.: 360.

Figs. 63-64

Basidioma de tamaño mediano a grande, robusto y carnoso, a menudo compacto y resistente, no frágil, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Pileo** de 60-120 mm de Ø, convexo a plano, con el centro deprimido; margen no o sólo ligeramente estriado (2-3 mm), obtuso o subobtusado, ondulado, a veces ligeramente lobulado, decurvado o arqueado en sección; pileipellis desprendible ¼-½ del radio; superficie opaca, seca, a veces viscosa a subviscosa y brillante en tiempo húmedo, glabra, finamente granulosa-escumulosa en el centro; de color rubí obscuro (12F6-7) en el centro, rojo rubí (12D8), cereza (12D8), rubí grisáceo (12C7), rojo gránate (11E8) a pardo violeta (11E7) en el margen. **Trama** de 5-7 mm de ancho en el margen; de color blanco, no se mancha de un color distintivo; olor ligero; sabor suave, no picante. **Láminas** subadheridas a subdecurrentes, juntas, bifurcadas junto al estípite, sin lamélulas o escasas; obtusas, de 5-7 mm de ancho, quebradizas; de color ocre obscuro (IIIc) a amarillo pastel (3A4); borde entero, concolor, a veces rojizo junto al pileo; sabor suave. **Esporada** de color amarillo (IVc; G-H). **Estípite** de 40-70 x 16-29 mm, cilíndrico, un poco expandido en el ápice; superficie seca, opaca, rugulosa; de color blanco, a veces con ligeros tonos rojizos; sólido a cavernoso.

Reacciones macroquímicas (trama). Fenol = pardo vináceo a pardo rojizo. FeSO₄ = rosa grisáceo.

Basidiosporas de 7.1-7.7-8.7(-9.1) x 5.9-6.5-7.2(-7.6) µm, anchamente elípticas a subglobosas [Q = 1.11-1.20-1.29(-1.30); n = 59], con ornamentación amiloide, de 0.5-1.0 µm de altura, constituida por verrugas y pequeñas espinas, a menudo unidas por finas líneas, formando reticulaciones parciales en ciertas áreas, combinadas con elementos catenulados y aislados; placa con una mancha amiloide distintiva. **Basidios** de (33)34-47(-52) x (9.4-)9.9-13.5(-13.9) µm, claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Células marginales** no estudiadas. **Pleuromacrociostidios** de 75-127 x 9.1-11.3 µm, fusiformes, con el ápice obtuso a mucronado, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+, abundantes. **Queilomacrociostidios** similares a los pleuromacrociostidios pero más pequeños. **Trama laminar heterómera**. **Pileipellis** bien diferenciado, en forma de un ixotricodermis modificado, con macrociostidios e incrustaciones o pequeñas gúttulas ácido-resistentes; suprapellis constituido por con hifas terminales de 2.3-4.7 µm de Ø, atenuadas hacia el ápice, con pared delgada, hialinas en KOH, a veces con finas incrustaciones ácido-resistentes, sobre todo las que se encuentran cerca de los macrociostidios; pileomacrociostidios de 43-98 x 4.5-7.2 µm, fusiformes o atenuados hacia la parte superior, rara veces cilíndricos, de pared delgada, unicelulares o hasta con 2 septos, con incrustaciones ácido-resistentes, sobre todo en la mitad inferior, en forma de pequeños granulos o gúttulas de color rojo púrpura, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y ligeramente refringente en KOH. SV-, escasos; subpellis en forma de una ixocutis, constituida por hifas fuertemente entrelazadas. **Estipitipellis** en forma de una cutis a tricodermis modificada, no gelatinizada.

constituida por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada, con caulomacrocistidios, escasos. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre herbáceas y hojarasca de pino. En bosques de *Pinus-Alnus*. A 3000-3200 m de altitud. Fructifica de junio a septiembre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 10-VI-1994, AKL-2684 (TLXM; Apéndice II, número 8).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue macroscópicamente por producir basidiomas más o menos robustos, de tamaño mediano a grande, con píleo de color rojo pardusco, trama con sabor suave, láminas de color amarillento, esporada de color amarillo (IVc; G-H), estípite más corto que el Ø del píleo, robusto y de color blanco y por crecer siempre bajo *Pinus*. Microscópicamente, las esporas presentan una mancha amiloide distintiva sobre la placa, la ornamentación presenta elementos aislados (sin reticulaciones) y la pileipellis se encuentra constituida por hifas terminales atenuadas y pileomacrocistidios con incrustaciones ácido-resistentes. Tanto los caracteres macro- como microscópicos corresponden bien con el complejo de *Russula integra sensu* MAIRE (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). La principal diferencia con respecto a *R. integra s. str.* se presenta en el tamaño y la forma de los elementos que constituyen la ornamentación de las basidiosporas. En los especímenes del PNLM, los elementos se encuentran representados principalmente por verrugas más o menos cilíndricas o truncadas, mientras que en los ejemplares europeos los elementos se encuentran formados por espinas o verrugas agudas y el tamaño de las basidiosporas se reporta de (7.7-)8-11 x 7-9.5 µm (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). Además, la superficie del píleo se describe como lisa o glabra, sin embargo, en el material estudiado a menudo se presentan finas granulaciones furfuráceas en la región del centro. *R. integra* var. *oreas* ROMAGN. presenta basidiosporas similares a los especímenes del PNLM, de 8.0-9.2(-10) x 6-8(-9) µm, con ornamentación formada por verrugas o espinas truncadas, aisladas o catenuladas (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). Sin embargo, esta variedad difiere en que la ornamentación es ligeramente más pequeña, hasta de 0.8 µm de altura y de igual forma que en la variedad típica, la superficie del píleo es lisa o glabra. Otra característica que distingue a las variedades y formas de *R. integra* es el hecho de que todas ellas se han recolectado de bosque de coníferas de montaña, particularmente *Picea* o *Abies*, mientras que la especie del PNLM crece bajo *Pinus*. El resto de las especies de *Integrinae* que se desarrollan en Europa siempre se encuentran asociadas con árboles de latifoliadas (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988; SARNARI, 1991).

En EUA se conocen varias especies también relacionadas con *R. integra*: *R. fulvescens* BURL. que presenta un color más amarillo-anaranjado y crece bajo *Picea* y *Abies* (BURLINGHAM 1915); *R. rubrotincta* (PECK) BURL. de color más rojo, que de acuerdo con SINGER (1942) es sinónimo de *R. paludosa*; *R. betulina* BURL. se describe de color salmón y fue recolectada bajo *Betula* (BURLINGHAM 1915); *R. subluteobasis* MURRILL fue descrita de color rosado-amarillento muy pálido, con algunas áreas rojizas y recolectada bajo *Quercus* (SINGER, 1957a); *R. flaviceps* PECK es de color amarillento y a veces con algunas manchas rojizas (SINGER, 1957a); todas estas especies de EUA probablemente pertenezcan a la subsección *Paludosinae* o *Laetinae* debido al color del píleo. Macroscópicamente, *R. beardleei* BURL. presenta basidiosporas con ornamentación muy baja, de 0.3 µm de altura y crece bajo *Quercus* (SINGER, 1957a). Es posible

Sección *Russulinae*

que el material del PNLM represente al menos una variedad mexicana, aun no descrita, del complejo de *R. integra*.

No se tienen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del área del PNLM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección VIRIDANTES MELZER *et* ZVÁRA 1927

Basidioma de tamaño mediano a muy grande, generalmente robusto y carnoso. **Píleo** con el margen obtuso; pileipellis separable; superficie seca o viscosa, glabra o pruinosa, a veces areolada. **Trama** cambiando a un color pardo amarillo al corte o al maltrato; olor con frecuencia parecido a crustáceo, pescado o desagradable y que se desarrolla en los ejemplares maduros, especialmente en la base del estípite; sabor suave, dulce o parecido al olor; reacción de color verde, verde olivo, verde grisáceo, verde azul o verde negruzco con FeSO_4 y de color rojizo con la anilina. **Láminas** obtusas, sin lamélulas o con pocas. **Esporada** de color ocre pálido a amarillo brillante (IIIa-IVe; E-H). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Pileipellis** con hifas generalmente septadas; macrocistidios a menudo poco diferenciados. **Especie tipo:** *Russula xerampelina* (SCHAEFF.) FR.

Observaciones. La sección se distingue del resto de las especies del género que presentan basidiosporas con placa amiloide porque su trama presenta una reacción de color verde, verde olivo, verde grisáceo, verde azul o verde negruzco con FeSO_4 , cambia a un color pardo-amarillo al madurar o al maltrato y con frecuencia su olor es parecido al de mariscos, crustáceos, pescado o más o menos desagradable al madurar. Los pileomacrocistidios siempre están presentes, sin embargo, éstos son poco conspicuos o escasos y por lo tanto, su observación debe realizarse mediante un estudio detallado de la pileipellis. ROMAGNESI (1967) y SINGER (1986) agruparon a todas las especies de esta sección en un solo taxón. BON (1988) la dividió en tres subsecciones con base en el tipo de hábitat y hospedero con el cual se desarrollan sus especies: *Viridantinae* asociadas a coníferas, *Pascuinae* en praderas alpinas (con matorrales de *Dryas* o *Salix*) y *Xerampelinae* asociadas a otras latifoliadas. Este autor señaló que la especie tipo de la subsección *Xerampelinae* es *R. xerampelina* (var. *quercetorum*) *sensu* SINGER, la cual, es un taxón que se asocia con latifoliadas (= *R. graveolens* var. *quercetorum sensu* ROMAGNESI) y por lo tanto, no es conespecífica con *R. xerampelina s. str.* (= *R. erythropoda* PELT.), que es la especie tipo de la subsección *Viridantinae*, taxón que agrupa exclusivamente a especies que se asocian a coníferas. En el presente trabajo no se siguió la propuesta de BON (1988) debido a que la división de una sección en varias subsecciones sólo con base en el tipo de hábitat u hospedero parece ser subjetiva, sobre todo en este rango taxonómico del género, donde la mayoría de las subsecciones han sido definidas con base en caracteres morfoanatómicos y no exclusivamente ecológicos. Por el momento, se reconoce sólo un taxón para agrupar a las especies de *Viridantes*.

Subsección XERAMPELINAE SINGER 1932

Misma diagnosis de la sección. **Especie tipo:** *R. xerampelina* (SCHAEFF.) FR.

Observaciones. Los taxa que se han recolectado del PNLM se desarrollan exclusivamente en bosques de *Pinus*. Estos taxa se agruparían en la subsección *Viridantinae* si se hubiera considerado la clasificación de BON (1988). ROMAGNESI (1967) y BON (1988) señalaron que para Europa *R. xerampelina s. str.*, *R. xerampelina* var. *amoenipes* (ROMAGN. ex) BON, *R.*

xerampelina var. *murina* ROMAGN., *R. xerampelina* var. *olivascens* (FR.) ZVÁRA, *R. xerampelina* f. *fuscochracea* MICHAEL et SCHULZ, *R. abietum* (J. BLUM) BON, *R. favrei* MOSER. y *R. pruinosa* VELEN. son los taxa de este grupo que se desarrollan bajo coníferas. SINGER (1982, 1986) consideró a *R. xerampelina* var. *xerampelina sensu SINGER* (= *R. xerampelina* var. *quercetorum*), *R. xerampelina* var. *rubra* (BRITZELM.) SINGER (= *R. graveolens* var. *rubra* BRITZELM.), *R. xerampelina* var. *elaeodes* BRES., *R. barlae* QUÉL. (= *R. xerampelina* var. *pseudomelliolens* SINGER) y *R. barlae* var. *marthae* SINGER como los taxa europeos asociados a coníferas. Sin embargo, ROMAGNESI (1967) y BON (1988) señalaron que *R. xerampelina sensu SINGER*, *R. xerampelina* var. *elaeodes* (BRES.) ROMAGN. y *R. barlae* var. *pseudomelliolens* SINGER ex BON son taxa típicos de latifoliadas y consideraron a *R. xerampelina sensu SINGER* como una variedad de *R. graveolens* ROMELL, a *R. xerampelina* var. *rubra* conespecífica de *R. xerampelina s. str.* y a *R. barlae* var. *marthae* como sinónimo de *R. pruinosa*.

Las especies de esta (sub)sección que se conocen de EUA son: *R. xerampelina s. str.* (= *R. atropurpurea* PECK), *R. xerampelina* var. *semirubra* SINGER, *R. arnoldae* MURRILL, *R. fucosa* BURL., *R. squalida* PECK y *R. subvelutina* PECK (BURLINGHAM, 1915, 1924; SINGER, 1957a, 1986; KIBBY y FATTO, 1990). Desafortunadamente, en EUA no se ha puesto mucha atención con respecto a la asociación o especificidad que pueden tener la mayoría de estos taxa con sus hospederos potenciales. Se sabe que *R. xerampelina* (= *R. atropurpurea* PECK) se asocia a coníferas (BURLINGHAM, 1915; KIBBY y FATTO, 1990). *R. xerampelina* var. *semirubra* fue descrita por SINGER (1957a), señalando que crece tanto en bosques de *Quercus* como mixtos, bajo *Quercus* y *Pinus*. *R. arnoldae* es una especie típica de Florida (SINGER, 1986) que fue descrita por MURRILL (1940) pero sin señalar el tipo de vegetación. *R. fucosa* fue descrita por BURLINGHAM (1924), mencionando que se fue recolectada en un bosque húmedo de *Fagus* y *Picea*. KIBBY y FATTO (1990) señalaron que esta última especie crece en bosques mixtos. *R. squalida* Peck fue considerada por BURLINGHAM (1915) como un sinónimo de *R. atropurpurea* PECK (= *R. xerampelina*) y señaló que crece tanto en bosques de coníferas como mixtos. *R. subvelutina* Peck se ha reportado que crece tanto en bosques de *Quercus* (SINGER, 1986) como mixtos (KIBBY y FATTO, 1990).

Dentro del PNLM se han recolectado al menos un taxón perteneciente al complejo de *R. xerampelina*, que se asocia exclusivamente con individuos del género *Pinus*. Sin embargo, su determinación ha sido problemática debido a que macroscópicamente la mayoría de las recolecciones han sido muy variables en su coloración. Los especímenes que presentan coloraciones similares a *R. xerampelina s. str.* se describen a continuación.

6.1.1.29. *Russula* cf. *xerampelina* (SCHAEFF.) FR. 1838, *Epicrasis*: 356.

Figs. 65-66

Basidioma de tamaño grande, robusto y carnoso, no frágil, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 90-95 mm de Ø, convexo a plano, con el centro deprimido; margen no o poco estriado (estriás hasta de 6 mm de largo), obtuso o subobtusado, ondulado; pileipellis desprendible ½ del radio; superficie ligeramente brillante y húmeda a seca y opaca, rugulosa, glabra a finamente pruinosa-granulosa en el centro; de color rojo a rojo púrpura

negruzco en el centro, rojo brillante en el margen. **Trama** con tonos de color pardo muy pálido (10YR 8/4); olor desagradable; sabor parecido a nuez a ligeramente amargo, no picante. **Láminas** subadheridas a adheridas, juntas, poco bifurcadas junto al estípite, sin lamélulas o escasas; subobtusas, 12 mm de ancho, quebradizas; de color amarillo pálido (5Y 8/4). **Esporada** de color ocre (III; E-F). **Estípite** de 83 x 29 mm, cilíndrico; superficie opaca, seca, rugulosa longitudinalmente; de color blanco con tonos rojizos, cambia a un color amarillo (10YR 8/6), amarillo pardusco (10YR 6/8) o pardo muy pálido (10YR 8/4) al maltrato; relleno.

Reacciones macroquímicas (trama). FeSO_4 = verde olivo a verde azul.

Basidiosporas de (7.9-)8.0-9.2-9.4-10.3(-10.5) x 6.3-7.2-8.1(-8.3) μm , anchamente elípticas a elípticas [$Q = 1.17-1.30-1.43(-1.50)$; $n = 62$], con ornamentación amiloide, de 0.3-1.0 μm de altura, constituida por verrugas y espinas, aisladas o algunas unidas por finas líneas pero sin formar reticulaciones parciales; placa con una mancha amiloide. **Basidios** de (32)35-48(-53) x (9.1-)9.5-13.9(-14.3) μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroциstidios** de 71-128 x 7.5-12.4 μm , fusiformes, con el ápice obtuso, mucronado o subrostrado, a menudo con varias constricciones subapicales, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y refringente en KOH, SV+, poco abundantes.. **Queilomacroциstidios** de 45-93 x 6.0-10.8 μm , similares a los pleuromacroциstidios. **Células marginales** no estudiadas. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** en forma de un tricodermis modificado, con macroциstidios; suprapellis constituido por hifas de 3.4-6.0 μm de \varnothing , cilíndricas a ligeramente sinuosas, con el ápice obtuso, de pared delgada, hialinas en KOH; pileomacroциstidios de 40-106 x 6.1-10.8 μm , cilíndricos a claviformes, con el ápice obtuso, de pared delgada, con 0-2 septos, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y ligeramente refringente en KOH, SV+, escasos; subpellis en forma de una cutis ligeramente gelatinizada, constituida por hifas delgadas, fuertemente entrelazadas. **Estipitipellis** en forma de una cutis a tricodermis modificada, no gelatinizada, constituida por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada, con caulomacroциstidios, escasos. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre zacatonos y hierbas, en un bosque de *Pinus-Alnus*, en ladera con poca pendiente, junto a una barranca, incluyendo *Salix* y *Abies*; posiblemente en asociación con *Pinus*, en particular *P. montezumae*. Recolectada a 3100 msnm. Fructificando en agosto.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Trinidad Sánchez Santos, ladera SE del Volcán La Malinche, 5-6 km al O de Francisco Javier Mina, 24-VIII-1994, LHD 46 (TLXM; ver Apéndice II, número 17).

OBSERVACIONES. El grupo de *R. xerampelina* se puede considerar como un complejo de un gran número de taxa, que dependiendo de la variación, algunos de ellos han sido considerados como especies independientes y otros como subespecies, variedades o formas. Además, la concepción de *R. xerampelina*, la especie tipo del grupo, es diferente entre algunos de los autores que han estudiado con detalle al género, particularmente SINGER (1982, 1986), quien consideró a *R. xerampelina* var. *quercetorum* como la variedad tipo del grupo. Sin embargo, ROMAGNESI (1967) mencionó que *R. xerampelina* (*sensu* ROMAGNESI) ha sido determinada como *R. erythropoda* FR. ex PELT. por LANGE (1940). Señalando que esta especie se caracteriza por

presentar la esporada de color ocre y por crecer en un hábitat muy preciso: bosques de *Pinus*. ROMAGNESI (1967) eligió a *R. erythropoda* como el tipo de *R. xerampelina* debido a que es una especie bien conocida en Europa y muy estable en su coloración, totalmente púrpura, donde sólo la intensidad, pero no el tono, puede variar un poco. BON (1988) siguió el criterio de ROMAGNESI para el concepto de *R. xerampelina* y consideró a *R. xerampelina sensu SINGER* como *R. graveolens* var. *quercetorum*. En el presente trabajo se siguió el concepto de *R. xerampelina sensu ROMAGNESI* (1967) como la especie tipo del grupo.

Por la coloración del píleo y del estípite, el material estudiado se consideró cercano a *R. xerampelina s. str. (sensu ROMAGNESI)*. ROMAGNESI (1967) señaló que *R. xerampelina* presenta basidiosporas de (7.7-)8.2-9.75(-11.5) x 7-8.5 µm, con ornamentación constituida por pústulas, verrugas o espinas cortas, aisladas o localmente conectadas, alcanzando en general 0.75 µm de altura. BON (1988) las describe de (8)9-10(11.5) x 7-8.5(9) µm, con verrugas o espinas obtusas, de 0.5-1 µm de altura, subaisladas B2(3) (ver p. 40 para la codificación de BON). Comparando estos datos con los del material estudiado, se observa que las basidiosporas no se presentan diferencias significativas importantes. *R. xerampelina* var. *amoenipes* presenta basidiosporas más pequeñas, de (6.7)-7-8.5(-9) x 5.3-6.87 µm de acuerdo con ROMAGNESI (1967) y de (6.5)7-8.5(9) x 5.5-7 µm según BON (1988). Para *R. xerampelina* var. *murina* ROMAGNESI (1967) señaló basidiosporas de 7.7-10 x 6.5-7.5 µm, con verrugas medianas, poco elevadas, algunas agudas, con algunas conexiones y BON (1988) de 7-10 x 6.5-7.5 µm, con verrugas subcrestadas [B(C)2]. Sin embargo, en esta última variedad los mismos autores señalaron que el píleo es muy pequeño y de color negruzco a gris plomo con tonos rojizos en el margen. *R. xerampelina* var. *olivascens* difieren principalmente en la coloración del píleo que varía de pardo rojizo obscuro a verde, olivo o gris olivo con el centro sepia olivo a negruzco, en que crece bajo *Betula* o *Picea* (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). SINGER (1982) señaló que esta variedad es conespecífica de *R. graveolens*. *R. xerampelina* f. *fuscoochracea* es descrita con el píleo de color pardo ocráceo, sin tonos rojizos y es considerada una forma típica de abetos subalpinos (*Picea* y/o *Abies*; ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). *R. abietum* también es una especie próxima al material estudiado, tanto en coloración (rojo) como en las características de sus basidiosporas [8-10(-11) x 7-8 µm, con espinas subaisladas o cortamente crestadas B(C)3], sin embargo, el estípite es completamente blanco y crece bajo *Picea* o *Abies* (BON, 1988), mientras que en el material estudiado el estípite presenta tonalidades de color rojizo y suponemos que crece en asociación con *Pinus*. *R. favrei* también es otra especie similar al material estudiado, BON (1988) la describe con el píleo de color pardo rojizo obscuro o vino a oliváceo con manchas parduscas y el centro a veces negruzco, estípite blanco o pardo rojizo o rosado, basidiosporas de 8-11(-13) x 6-8 µm, con espinas aisladas A3 y creciendo bajo *Pinus* o *Larix*, entre gramíneas. Comparando su descripción con el material estudiado, encontramos que la coloración en *R. favrei* es ligeramente más variable y las basidiosporas un poco más grandes en longitud. *R. pruinosa* difiere del material estudiado principalmente por el color olivo y amatista del píleo, blanco, grisáceo u oliváceo del estípite y por crecer bajo *Picea* o *Betula* (BON, 1988).

SINGER (1982) señaló que *R. xerampelina* var. *rubra* es común en los bosques de coníferas, especialmente de montaña y que probablemente debería ser considerada como una especie autónoma, sugiriendo el nombre de *R. atrosanguinea* VELEN. como el válido para esta variedad al nivel de especie. Sin embargo, *R. atrosanguinea* y *R. xerampelina* var. *rubra* son consideradas por ROMAGNESI (1967) como sinónimo de la variedad típica de *R. xerampelina* (= *R. erythropoda*).

Sección ALUTACEAE MAIRE 1910

Basidioma de tamaño mediano o muy grande, tricolomatoide. **Pileo** rara vez umbonado; margen no o poco estriado, obtuso o redondeado; pileipellis separable, superficie seca o viscosa, no brillante en seco, glabra, rugulosa, finamente pruinosa, velutinoso, subescumuloso o finamente areolado. **Trama** sin cambios evidentes de color al corte o al maltrato; con sabor suave o dulce; reacción de color chocolate, pardo vináceo, rojo púrpura, violeta, púrpura vináceo a lila oscuro con fenol. **Láminas** obtusas, sin lamélulas o con pocas. **Esporada** de color ocre a amarillo brillante (IIIb-IVe; E-H). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Basidios** hasta de 55(-65) μm de largo. **Pileipellis** sin macrocistidios, ni hifas primordiales, ni incrustaciones ácido-resistentes. **Especie tipo:** *R. olivacea* (SCHAEFF.) FR.

Observaciones. En esta sección se agrupan las especies que no presentan macrocistidios, ni hifas primordiales, ni incrustaciones ácido-resistentes en la pileipellis. Además, sus basidiosporas presentan placa amiloide, carecen de numerosas lamélulas entremezcladas con las láminas y la esporada es de color ocre o amarillo. Es la sección *Alutaceae sensu* BON (1988), que incluye dos subsecciones: *Auratinae* y *Olivaceinae*. Estas dos subsecciones se separan por la reacción que presenta la trama con fenol. En *Auratinae* la reacción es de color chocolate o pardo vináceo, mientras que en *Olivaceinae* la reacción es de color púrpura a violeta. La especie tipo de la subsección *Auratinae* es *Russula aurea* PERS. En algunas especies de las secciones *Viridantes* y *Heterophyllae* la presencia de pileomacrocistidios puede ser dudosa. Sin embargo, se pueden separar de *Alutaceae* debido a que en *Viridantes* la trama toma una coloración verdosa con FeSO_4 y en *Heterophyllae* la esporada generalmente no es de color ocre o amarillo. Las especies de la sección *Lilaceae* no presentan pileomacrocistidios, sólo poseen hifas primordiales con incrustaciones ácido-resistentes. Por lo tanto, es de suma importancia el reconocimiento de dichas estructuras (pileomacrocistidios e hifas primordiales) para la separación de los taxa en cuestión. Sólo una subsección se encuentra representada dentro del PNLM.

Subsección OLIVACEINAE SINGER 1932

Basidioma de tamaño grande o muy grande. **Pileo** a menudo con la superficie opaca. **Trama** firme, a veces cambiando un poco a un color amarillento o pardusco con la edad o al maltrato, con una reacción de color violeta, púrpura vináceo o lila oscuro con fenol. **Esporada** de color amarillo (IVb-IVe; G-H). **Estípite** a menudo con tonos de color rosa. **Estiptipellis** sin caulomacrocistidios ni hifas vasculares. **Especie tipo:** *Russula olivacea* (SCHAEFF.) FR.

Observaciones. Esta subsección reúne a un grupo pequeño de especies que se distingue porque la trama reacciona a un color violeta o púrpura con fenol (esperar al menos 2 minutos para observarla) y porque su pileipellis no presenta células diferenciadas del resto de las hifas normales que la componen, como son pileomacrocistidios o hifas primordiales. Algunas especies de la subsección *Amoeninae* también llegan a presentar una reacción de color púrpura con fenol y carecer de pileomacrocistidios. Sin embargo, se distinguen de los *Olivaceinae* debido a que la esporada es de color blanquecino a crema. Se reconocen dos principales especies sobre las que cuales se han reconocido el resto de las especies que forman la subsección: *R. alutacea* y *R. olivacea*. Esta última especie es la que se ha recolectado del PNLM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.1.1.30. *Russula olivacea* (SCHAEFF.) FR. 1838, *Epicrisis*: 356.= *Agaricus olivaceus* SCHAEFF. 1770, Fungi Bav. Ic. pl. 204.

Figs. 67-68

Basidioma de tamaño grande o muy grande, tricolomatoide, robusto, a menudo compacto y resistente, no frágil; solitario o en grupos dispersos (2-6 basidiomas). **Pileo** de 62-155 mm de Ø, convexo a plano, con el centro deprimido; margen no estriado, obtuso o subobtusado, ondulado, a veces ligeramente lobulado, decurvado o arqueado en sección; pileipellis desprendible 1/4-1/2 del radio; superficie opaca, seca, a veces viscosa a subviscosa y brillante en tiempo húmedo, finamente aterciopelada, a veces finamente areolada en el centro, concéntricamente rugulosa en el margen; de color rubí oscuro (12F6), olivo (3F4) o pardo olivo (4F4) en el centro, con tonos pardo violeta (11E6), rubí grisáceo (12C7), violeta opaco (17E3) u olivo (3E4, 3F4-5), pardo olivo (4E4) en el margen. **Trama** de 10-12 mm de ancho en el centro, 4-11 mm de ancho en el margen; blanco, con tonos de color blanco amarillento (1A2) a amarillento pálido (1A3) bajo la pileipellis, se mancha ligeramente de color amarillo pálido (3-4A3) al maltrato y de color pardo amarillento alrededor de las galerías producidas por las larvas, especialmente en la base del estípite; olor poco apreciable, ligero o fúngico; sabor suave, afrutado o parecido a nuez o almendra. **Láminas** libres, subadheridas, uncinadas o adheridas, juntas o muy juntas (11-16/cm a 1 cm del margen); bifurcadas cerca del estípite y en la parte media, a veces consecutivamente, también anastomosadas cerca del estípite o junto al pileo, intervenosas junto a la trama; sin lamélulas o escasas; quebradizas, de 4-11 mm de ancho, gruesas; de color ocre (IIIb-IIIc) o amarillo; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina, excepto junto al pileo; sabor suave, ligeramente picante o picante. **Esporada** de color amarillo (IVe; H). **Estípite** de 60-160 x 17-55 mm, cilíndrico u obclaviforme; superficie opaca, rugulosa longitudinalmente, a veces con zonas areoladas; de color blanco, con tonos de color rojo pálido (9A3) a rojo pastel (9A4) en la parte superior o a veces hasta la base; sólido.

Reacciones macroquímicas (trama). Anilina = amarillo. Fenol = lila rojizo, magenta grisáceo a púrpura oscuro (14C5-F7; $N_{99}M_{90}C_{90}$). $FeSO_4$ = rojo grisáceo (8B4). Formol = anaranjado pálido (6A3) a rojo pálido (7A3). KOH = sin reacción o de color crema sobre el estípite, amarillo, amarillo anaranjado o rojizo sobre el pileo. NH_4OH = sin reacción. SV = gris o pardo grisáceo.

Basidiosporas de 7.5-8.5-8.7-9.6 x 6.3-6.9-7.9-8.7 μm , anchamente elípticas ($Q = 1.22$), con ornamentación amiloide, de 0.8-1.6 μm de altura, constituida por espinas y verrugas, aisladas o con algunas verrugas y líneas que conectan algunos elementos, sin formar un retículo; placa amiloide. **Basidios** de 36-51 x 9.4-14.3 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, con pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacrocistidios** de 73-123 x 7.9-12.3 μm , subcilíndricos a subfusiformes, con el ápice obtuso, mucronado o subrostrado, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, poco abundante y disperso, refringente en KOH y SV+/- . **Queilomacrocistidios** de 47-92 x 6.3-10.7 μm , similares a los pleuromacrocistidios, pero en ocasiones llegan a presentar hasta 3 septos. **Células marginales** de 30-50 x 4.1-9.8 μm , cilíndricas, fusiformes o subuladas, de pared delgada, hialinas en KOH. **Subhimenio** pseudoparenquimatoso. **Trama laminar** heterómera. **Pileipellis** poco diferenciada de la trama, en forma de un tricodermis modificado, no o poco gelatinizado, sin macrocistidios ni hifas

primordiales; suprapellis constituido por hifas terminales cilíndricas a subuladas, con el ápice obtuso o a veces mucronado o atenuado, de (2.3-)2.6-5.6 μm de ancho las cilíndricas y de 5.5-12.9(-13.1) μm de ancho las subuladas, septadas, a menudo con células subyacentes infladas a subsodiamétricas, de 6.7-15.7(-17.0) μm de ancho; subpellis constituido por hifas filamentosas de 2.5-6.0 μm de ancho, fuertemente entrelazadas. **Estipitipellis** similar a la pileipellis pero menos diferenciada y algunas hifas con incrustaciones dispuestas en bandas transversales formando un patrón más o menos cebroide. **Fibulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, entre pequeñas herbáceas, musgos u hojarasca. En bosque de *Abies*, *Abies-Pinus* o *Pinus-Abies*, en asociación con *A. religiosa*. Recolectada a 3200-3500 m de altitud. Fructifica de junio a agosto.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 23-VI-1988, *AKL 612*; *ibid.*, 8-VII-1988, *AKL 673*; *ibid.*, 30-VII-1989, *AKL 735*; *ibid.*, 31-VII-1989, *AME 157*; *ibid.*, 21-VI-1989, *AME 287*; *ibid.*, 4-VIII-1989, *AKL 1152*; *ibid.*, 3-VII-1991, *AKL 1953*; *ibid.*, 31-VII-1991, *AKL 2033*; *ibid.*, 14-VIII-1991, *AKL 2072*; *ibid.*, 10-VI-1992, *AKL 2270, 2277* (todo en **TLXM**; ver Apéndice II, número 11).

OBSERVACIONES. Macroscópicamente, esta especie se distingue por su gran tamaño, presencia de rugosidades concéntricas sobre el margen del pileo, superficie finamente pruinoso-subgranulosa y opaca, color púrpura del pileo, sabor suave de la trama y reacción de color púrpura violáceo con fenol, color amarillo de láminas y esporada, y color púrpura rojizo del estípite (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). Microscópicamente, las basidiosporas son grandes, con ornamentación constituida principalmente por espinas o grandes verrugas aisladas y la pileipellis carece de macrocistidios. *Russula alutacea* es una especie próxima que se ha citado con regularidad en la literatura mexicana y se distingue de *R. olivacea* principalmente por el color más rojizo o pardo violáceo, superficie del pileo más glabra, sin rugosidades concéntricas en el margen y basidiosporas con ornamentación más crestado-reticulada (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). *R. davisii* BURL. es una especie relacionada, que fue descrita de Massachusetts, EUA por BURLINGHAM (1918). Difiere de *R. olivacea* principalmente en el color amarillo del pileo (BURLINGHAM, 1918, SINGER, 1942; KIBBY y FATTO, 1990) por lo cual, podría ser mejor considerarla como una variedad de *R. olivacea* como lo ha sugerido KIBBY (1993). HESLER (1961) estudió el tipo de *R. davisii* y reportó basidiosporas de 9-13 x 8-9(-11) μm , con ornamentación de (0.5-)0.8-1.4 μm de altura.

En el estado de Tlaxcala, pero fuera del PNLM, se desarrolla otro taxón similar a *R. olivacea* y que sólo difiere en que el pileo es completamente de color rojo. Este taxón podría ser próximo a la variedad *pavonina* BRES. descrita de Europa y que se distingue de la variedad típica por presentar el pileo de color carmín púrpura brillante (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988). También, es importante señalar que, al menos en el material del PNLM, el color del pileo por lo general es violáceo a rojo púrpura y no oliváceo como su nombre lo indica y al parecer, esto también ocurre en las poblaciones de EUA (KIBBY, 1993).

De México se ha reportado para el Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Tlaxcala, Valle de México y Veracruz (Apéndice I). Es una especie típica de los bosques de *Abies religiosa* en el área de estudio y es abundante en

Sección *Alutaceae*

determinadas épocas, aunque en la literatura consultada (BLUM, 1962; ROMAGNESI, 1967; BON, 1988) se menciona que también puede asociarse con otras coníferas o latifoliadas.

No se conocen datos sobre su uso o comestibilidad dentro del PNLM, pero ha sido reportada como comestible en algunas partes de nuestro país (Tabla 1).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección LILACEAE (MELZER *et* ZVÁRA) KONRAD *et* JOSS. 1934

Basidioma de tamaño muy pequeño a muy grande, a menudo tricolomatoide, esbelto y frágil a robusto o compacto. **Pileo** con el margen obtuso; pileipellis a menudo separable, superficie seca o viscosa, glabra, pruinosa, areolada o tomentosa, de color variado. **Trama** sin cambios de color o tornándose de color amarillento, rosa, rojo, grisáceo o negruzco al corte, al maltrato o con la edad; sabor suave o dulce, a veces ligeramente amargo o astringente. **Láminas** sin laméculas o con pocas, obtusas. **Esporada** de color blanco a amarillo brillante (Ia-IVe; A-H). **Basidiosporas** con placa amiloide. **Basidios** cortos o largos. **Pileipellis** con hifas primordiales e incrustaciones ácido-resistentes, sin pileomacrocistidios. **Especie tipo:** *R. lilacea* QUÉL.

Observaciones: En esta sección se incluyen a todas las especies que presentan hifas primordiales en la pileipellis y que carecen de pileomacrocistidios. Es la sección *Lilaceae sensu* BON (1988), equivalente al subgénero *Incrustatula* de ROMAGNESI (1987). Es importante destacar que el estudio detallado de la pileipellis y en especial la distinción entre hifas primordiales y pileomacrocistidios es esencial para el reconocimiento de este grupo y su diferenciación con otras secciones. BON (1988) incluyó dentro de este taxón a 6 subsecciones: *Lilaceinae*, *Roseinae*, *Chamaeleontinae*, *Amethyistinae*, *Integroidinae* y *Ochroleucinae*. En el presente trabajo se reconoce a la subsección *Vinosinae* propuesta por SINGER (1986), debido a que sus especies también poseen hifas primordiales en la pileipellis y carecen de pileomacrocistidios. Esta subsección se caracteriza, entre otras cosas, porque en sus especies la trama cambia a un color rosa, rojo, gris o negruzco al maltrato, con la edad o en seco. Se reconocen únicamente dos subsecciones de esta sección dentro del PNLM.

Clave para las subsecciones de la sección *Lilaceae* representadas en el PNLM

1. Trama cambiando a un color rosado, rojo, grisáceo o negruzco con la edad, al maltrato o en seco (*R. occidentalis*) **Vinosinae** (p. 127)
1. Trama sin cambios evidentes de color o sólo ligeramente grisáceo por imbibición con agua (*R. murrillii*) **Amethyistinae** (ver abajo)

Subsección AMETHYSTINAE (ROMAGN.) BON 1986

Basidioma de tamaño pequeño a muy grande, tricolomatoide. **Pileo** generalmente con la superficie seca, aunque a veces es viscosa en tiempo húmedo, pruinosa, velutinosa o granulosa, de color brillante, principalmente azul, violeta, púrpura, rojo, rosa o blanco. **Trama** sin cambios evidentes de color; olor generalmente parecido yodoformo o fenol en la base del estípite; reacción de color normal con fenol. **Esporada** de color crema a amarillo pálido (IIc-IVa; C-G). **Cistidios himeniales** contenido restringido hacia el ápice, que reacciona a un color negruzco, púrpura negruzco o azul con SV. **Pileipellis** con hifas primordiales voluminosas, sin pileomacrocistidios. **Estipitipellis** sin hifas oleíferas ni contenido negruzco en reactivos ácido-aldehídicos. **Especie tipo:** *R. amethyistina* QUÉL.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Observaciones. Esta subsección se distingue del resto de las *Lilaceae* porque sus especies presentan esporada de color amarillento o amarillo, la trama no cambia evidentemente de color, las hifas terminales de la pileipellis no son claviformes o capitadas, las hifas primordiales generalmente son anchas (de 6-10 μm o más) y fuertemente septadas o las incrustaciones ácido-resistentes son grandes y la estipitipellis carece de hifas oleíferas o no presentan reacción con SBA. Difiere de la subsección *Chamaeleontinae* porque en ésta las hifas terminales de la pileipellis son claviformes o capitadas, de la subsección *Vinosinae* porque la trama no cambia de color al maltrato o con la edad y de las subsecciones *Integroidinae* y *Ochroleucinae* porque en éstas la estipitipellis presenta hifas oleíferas con reacción positiva al aplicar SBA o las hifas primordiales son más delgadas y los septos en éstas son más espaciados. En el PNLM se recolectó sólo una especie de esta subsección.

6.1.1.31. *Russula murrillii* BURL. 1913. *Mycologia* 5: 310.

Fig. 69

Basidioma de tamaño pequeño a mediano, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-5 basidiomas). **Píleo** de 30-85 mm \varnothing , al principio pulvinado y umbonado, después convexo-plano a plano-depreso, a veces subumbonado o con una papila en la depresión; de color negro rojizo (10R 2.5/1), rojo muy oscuro (10R 2.5/2), rubí oscuro (12F8, 12F7) a pardo violeta (11F8, 11F7) en el centro, rojo oscuro (10R 3/2), rojo rubí (12D8, 12E8), rojo claro (10R 4/3), rojo azuloso (12A7), pardo violeta (11F8, 11E6, 10E8, 10E7) a pardo rojizo (9E6) en el margen, se decolora fácilmente con el agua a un color violeta pardusco (11D8, 11D7), rojo pardusco (9C8), rojo grisáceo (7B6), anaranjado claro (5A4), amarillo claro (4A4) o amarillo pastel (2A4); margen liso a ligeramente estriado, obtuso, ondulado; pileipellis desprendible 1/3-3/4; superficie viscosa y brillante en tiempo húmedo, pero seca y opaca con rapidez, no glabra, finamente pruinosa, en partes finamente granulosa, ligeramente arcolada y canescente sobre todo en el centro. **Trama** de 3-5 mm de ancho en el centro, 1-4 mm de ancho en el margen, esponjosocarnosa, no densa, de color blanco, a veces con tonos de color amarillento bajo la pileipellis; olor poco apreciable o ligeramente afrutado, parecido al del formol en la base del estípite; sabor suave a ligeramente amargo. **Láminas** subdistantes a muy juntas (86-120 láminas en un píleo), más o menos libres a subadheridas o sinuadas a uncinadas; un poco bifurcadas junto al estípite o a veces junto al píleo, a veces anastomosadas; sin lamélulas o escasas; de 4-9 mm de ancho, obtusas, poco quebradizas; de color amarillento (IIc-IIIc) o amarillo pálido (3A3); borde entero, concolor o con tonos del píleo junto al píleo; sabor suave o picante en los ejemplares jóvenes. **Esporada** de color crema oscuro a amarillo (IIId-IVd; E-I). **Estípite** de 40-95 x 7-22 mm, obclaviforme a cilíndrico; superficie seca, opaca o ligeramente brillante en las partes coloreadas, rugulosa y en partes finamente pruinosa a granulosa hacia la base; de color blanco o con tonos rojo pastel (9A4, 10A5), sobre todo en las partes pruinosas o granulosas; sólido o cavernoso al madurar.

Reacciones macroquímicas (trama). Anilina = negativo. FeSO_4 = rosado. Fenol = pardo oscuro. Formol = negativo.

Basidiosporas de 6.7-8.1-8.3-9.6 x 5.5-6.4-6.6-7.3 μm , anchamente elípticas a elípticas, rara vez subglobosas [$Q = (1.15-1.16-1.25-1.26-1.37-1.43)$, $n = 62$], con ornamentación amiloide, de 0.5-1.0 μm de altura, constituida por verrugas y algunas espinas, aisladas o unidas

por finas líneas pero sin formar retículos parciales, a menudo unidas formando crestas o pequeñas bandas a catenuladas; placa con una mancha difusamente amiloide. **Basidios** de 40-46-50 x 10.2-11.1-11.8 μm , claviformes, con cuatro esterigmas, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacroscistidios** de 73-80-89 x 9.7-10.8-11.8 μm , fusiformes, con el ápice generalmente mucronado, de pared delgada, contenido en forma de cristales o amorfos, restringidos a la parte apical o superior, amarillentos y refringentes en KOH, SV+. **Queilomacroscistidios** de 47-67-86 x 8.2-10.3-11.8 μm , similares a los pleuromacroscistidios, aunque algunos son septados y llegan a presentar hasta 5 septos. **Células marginales** de 20-30-38 x 4.6-6.2-8.3 μm , fusiformes a lageniformes, con el ápice mucronado, a veces diverticulado, de pared delgada, hialinas en KOH, sin contenido bien diferenciado. **Trama laminar heterómera**. **Pileipellis** bien diferenciada, en forma de un tricodermis modificado, poco gelatinizado, con hifas primordiales con incrustaciones ácido-resistentes (sin macroscistidios); suprapellis constituido por hifas filamentosas, de 3.5-5.6-7.7 μm de ancho, cortas, cilíndricas a ligeramente sinuosas, con ápice obtuso, de pared delgada, con septos frecuentes, hialinas en KOH, laxamente entrelazadas y entremezcladas con algunas células infladas de 13-20 μm de ancho e hifas primordiales de 4.6-7.2-12.4 μm de ancho, usualmente cilíndricas, con el ápice obtuso, a veces lageniforme o atenuado, de pared delgada a ligeramente engrosada, septadas, con incrustaciones en forma de pequeñas vacuolas esféricas o gránulos ácido-resistentes, dispersos alrededor de la hifa primordial; subpellis constituido por hifas filamentosas, y células infladas o isodiamétricas, hialinas en KOH y de pared delgada, formando una capa más o menos pseudoparenquimatosa. **Estipitipellis** en forma de una cutis, sin caulomacroscistidios. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, a menudo entre musgos. En bosques de *Abies* y *Abies-Pinus*, siempre en asociación con *A. religiosa*. Recolectada a 3200-3500 msnm. Fructifica de julio a octubre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, bosque de *Abies-Pinus*, 30-VIII-1991, *AKL 2123*; *ibid.*, bosque de *Pinus-Abies*, 8-XI-1991, *AKL 2238*; *ibid.*, bosque de *Pinus-Abies*, 10-VI-1992, *AKL 2274*; *ibid.*, bosque de *A. religiosa*, 18-IX-1994, *AKL 2796* (todos en TLXM).

OBSERVACIONES. Esta especie se caracteriza por el color rojo violáceo del píleo, que se decolora fácilmente con el agua hasta un color amarillento, por la ornamentación pruinoso-granulosa del píleo y estípote, color amarillento de láminas y esporada, sabor suave a ligeramente amargo de la trama y hasta ahora sólo se le ha registrado exclusivamente en asociación con *Abies*. Microscópicamente, presenta hifas primordiales en la pileipellis (carece de pileomacroscistidios), los macroscistidios himeniales presentan escasos contenido que reacciona con la SV y la estipitipellis carece de hifas oleíferas o caulomacroscistidios. Los especímenes del PNLM coinciden con la información de BURLINGHAM (1913, 1915) pero dicho autor describió a esta especie con el margen del píleo no estriado y trama sin sabor, estípote relleno pero con tendencia a tornarse hueco y basidiosporas de 10 x 7 μm , elípticas a globosas, equinuladas. El tipo fue recolectado en un bosque de *Abies* con algunos individuos de *Quercus*, *Betula*, *Salix* y *Acer*, en Oregon, EUA. BURLINGHAM (1913) la separó de *R. azurea* BRES. señalando como principal diferencia el color blanco de las láminas en esta última especie. Sin embargo, *R. murrillii* está más relacionada con *R. amethystina* (SINGER, 1986), de la cual difiere poco en sus caracteres morfológicos. Al comparar los especímenes estudiados con la descripción de *R. amethystina*

dada por ROMAGNESI (1967) no se encontraron diferencias morfológicas importantes. ROMAGNESI (1967) reportó basidiosporas de 7-9 x 5.5-8 µm, con ornamentación hasta de 1 µm de altura, constituida por espinas y crestas unidas por finas líneas formando un retículo parcial en algunas áreas, además de elementos aislados. La principal diferencia microscópica se observó en el ancho de las hifas primordiales, reportando ROMAGNESI (1967) hifas primordiales de 4-6.5 µm de ancho para *R. amethystina*. Macroscópicamente, sólo se observó que en los especímenes del PNLM el estípite a veces presenta coloraciones similares a las del pileo en algunas áreas, mientras que para *R. amethystina* se reporta que el estípite es completamente de color blanco.

R. murrillii podría considerarse como el representante americano de *R. amethystina*. Ambas especies se asocian a coníferas, particularmente *Abies*. En EUA esta especie se distribuye principalmente en los estados del O (BURLINGHAM, 1913). Fue citada para México por KONG (1998) del estado de Tlaxcala. Crece en asociación con individuos de *A. religiosa* por lo cual, es probable que presente una distribución similar a la de esta conífera. A menudo crece entre las capas de musgos que se desarrollan bajo los individuos de *Abies*. *R. murrillii* es un ejemplo de las relaciones biogeográficas que existen entre la micobiota del centro de México con la del O de EUA.

No se conocen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del PNLM.

Subsección VINOSINAE SINGER 1986

Trama cambiando a un color rosado, rojo, grisáceo o negruzco al maltrato, por imbibición con H₂O o con la edad; olor parecido a queso Camembert. **Esporada** de color ocre o amarillo (IIIc-IVe; F-H). **Estipitipellis** sin caulomacrocistidios. **Especie tipo:** *R. vinosa* LINDBLAD

Observaciones. Esta subsección fue propuesta por SINGER (1986) para incluir a las especies de su sección *Decolorantes* (especies que presentan el margen del pileo obtuso, no surcado-tuberculado, trama caracterizada por cambiar a un color rosado, rojo, grisáceo o negruzco, a menudo con olor a queso Camembert y sabor suave o ligeramente picante, láminas sin lamélulas o escasas y basidiosporas con placa amiloide) que presentan hifas primordiales y carecen de pileomacrocistidios. La sección *Decolorantes* fue dividida por SINGER (1986) en dos subsecciones, con base en la presencia de pileomacrocistidios - *Decolorantinae* - o hifas primordiales - *Vinosinae*. Como su nombre lo indica, la subsección *Vinosinae* se encuentra tipificada por *Russula vinosa*. Sin embargo, ROMAGNESI (1967) y BON (1988) incluyeron a esta especie dentro de la subsección *Integroidinae*, junto con *R. caerulea* COOKE (= *R. amoenata* BRITZELM. = *R. amara* KUČERA), entre otras. No obstante, SINGER (1986) consideró a *R. caerulea* como la especie tipo de otra subsección (*Integroidae* = *Integroidinae*) diferente de *Vinosinae*. En el presente trabajo, se siguieron los límites considerados por SINGER (1986) para diferenciar la subsección *Vinosinae* de *Integroidinae*. Sólo se recolectó una especie de esta subsección en el PNLM.

6.1.1.32. *Russula occidentalis* (SINGER) SINGER 1949, *Lilloa* 22: 705.= *Russula obscura* ssp. *occidentalis* SINGER 1946, *Pep. Michigan Ac. Sci.* 32: 114.

Figs. 70-72

Basidioma de tamaño mediano a muy grande, tricolomatoide, solitario o en pequeños grupos (2-4 basidiomas). **Píleo** de 50-145 mm de Ø, al principio convexo, con el centro deprimido, después convexo-plano o plano, con el centro deprimido a subinfundibuliforme; margen no o solo ligeramente estriado, subobtusado a obtuso, ligeramente ondulado; pileipellis desprendible 1/2-3/4 del radio; superficie brillante y viscosa en tiempo húmedo, después opaca y seca, lisa a radialmente rugulosa, glabra a finamente pruinosa, a menudo con algunas partes granuloso-areolada en el margen o en el centro; de color pardo rojizo (9F6), pardo violeta (10-11F6-8) a rubí oscuro (12F8) en el centro, pardo rojizo (8E5, 9E7), rojo pardusco (10C7), rojo frambuesa (10D7), rojo grisáceo (11D5), rojo (10R 4/8), pardo violeta (10-11E6-8, 10F8, 11F6-7) a violeta pardusco (11D6-8) en el margen, a menudo con tonos de color amarillo pastel (3A4), amarillo claro (4A4), anaranjado claro (5A4, 6A5), anaranjado rojizo (7A6), oro rojizo (6C7), rojo pastel (7A5), rojo zanahoria (6B7), rojo grisáceo (7B6), rojo pardusco (8C7) a pardo rojizo (8D-E7, 9E7-8) en el centro al madurar y a veces decolorados o pálidos en el margen [blanco amarillento (1A2), rojo pastel (10A4), rojo grisáceo (10D5)]. **Trama** de 5-9 mm de ancho en el centro, 3-6 mm de ancho en el margen, más o menos firme; de color blanco, con tonos pardo rojizo bajo la pileipellis y pardo grisáceo (6E3) en la corteza del estípote, se mancha de color vináceo a pardo grisáceo al corte y al maltrato; olor poco apreciable, ligeramente aromático o afrutado; sabor suave. **Láminas** libres o adheridas, juntas a muy juntas (114-136 láminas en un píleo), bifurcadas junto al estípote, a veces en la parte media o junto al píleo, pero no distintivamente dicotómicas más de una vez; sin lamélulas o escasas; subobtusas a obtusas, arqueadas, de 4-15 mm de ancho, quebradizas; de color crema (IIc), ocre claro (IIIa), amarillo pastel (2A4) a amarillo claro (3-4A3), se manchan de gris pardusco (8F2-3) al madurar; borde entero, del mismo color que el resto de la lámina o del mismo color que el píleo junto al píleo, a veces manchado de color pardo grisáceo al madurar; olor ligero o no apreciable; sabor suave o ligeramente amargo. **Esporada** de color crema a ocre (IIc-IIIc; C-F). **Estípote** de 35-90 x 11-40 mm, cilíndrico a obclaviforme; superficie opaca, seca, rugulosa longitudinalmente a pruinosa, ligeramente granuloso-areolada en la base; de color blanco, con tonos de color amarillo pálido (1A3) o rosa grisáceo (12B5) en la base y pardo mostaza (5E6) en las partes areoladas, se mancha de grisáceo, grisáceo rojizo a pardo (6E3) tardíamente al maltrato o al madurar; sólido a cavernoso, compacto.

Reacciones macroquímicas (trama). Alfa-naftol = violeta oscuro (16F5). Fenol = pardo oscuro, pardo vináceo o color vino. FeSO₄ = rojo grisáceo (8B6). Formol = rojizo (5C4), anaranjado grisáceo (6B5), rojo pastel (9A4, 10A5), rosa grisáceo (12B6), rubí grisáceo (12C5-6) a magenta grisáceo (13D3, 13D-E4). Guayacol = anaranjado rojizo (6-7A3) a pardo rojizo (9-10E6). Sulfoformol = sin reacción o rojizo anaranjado. SV = violáceo.

Basidiosporas de 7.5-8.4-9.2-10.5(-11.0) x 5.9-6.5-6.7-7.4(-7.6) µm, anchamente elípticas a elípticas [Q = 1.19-1.28-1.37-1.45(-1.49); n = 95], con ornamentación amiloide (aunque algunos elementos no son completamente amiloides), de 0.6-1.3 µm de altura, constituida por espinas o verrugas cilíndricas, aisladas o unidas por finas líneas, sin formar un retículo parcial; placa

ornamentada por pequeñas verrugas o con una mancha amiloide y rugosa, a veces en forma de herradura y entonces amiloide en el margen y difusamente en el centro; apéndice a menudo ornamentado por pequeñas verrugas en su parte basal. **Basidios** de 31-60 x 7.9-13.5 µm, claviformes a subcilíndricos, con cuatro esterigmas hasta de 9 µm de largo, de pared delgada, hialinos en KOH. **Pleuromacrocistidios** de 67-124 x 8.6-15.1 µm, fusiformes, con el ápice obtuso a subagudo, a veces mucronado, de pared delgada, contenido granular o en forma de cristales, amarillento y ligeramente refringente en KOH, SV+, abundantes, a menudo proyectándose hasta 35 µm más allá de los basidiolos. **Queilomacrocistidios** de 37-78 x 7.1-10.7 µm, cilíndricos, subfusiformes o claviformes, con el ápice obtuso, a veces papilado, de pared delgada, a menudo con uno a dos septos, embebidos o proyectándose hasta 25 µm más allá de los basidiolos y células marginales. **Células marginales** de 17-44 x 3.1-6.4 µm, filamentosas a tortuosas, algunas subventricosas o claviformes, a veces nodulosas, de pared delgada, hialinas en KOH, algunas con incrustaciones a manera de un patrón cebrado. **Trama laminar heterómera**. **Pileipellis** bien diferenciada, de 196-287 µm de grosor en el centro del píleo, en forma de un ixotricodermis modificado, con hifas primordiales, sin pileomacrocistidios; suprapellis constituido por hifas terminales de 1.9-5.0 µm de ancho, filamentosas, con el ápice obtuso, de pared delgada, hialinas en KOH o con pigmento vacuolar de color rojizo pálido, entrelazadas y entremezcladas con hifas primordiales de 3.9-7.9 µm de ancho, cilíndricas, con el ápice obtuso a ligeramente atenuado, de pared delgada a ligeramente engrosada, con incrustaciones de color amarillo anaranjado en KOH y ácido-resistentes, más o menos abundantes, sobre todo hacia la parte media e inferior de la hifa primordial; subpellis constituido por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada y fuertemente entrelazadas. **Estipitipellis** poco diferenciada, en forma de una cutis a tricotermis modificada, no gelatinizada, constituida por hifas filamentosas, hialinas en KOH, de pared delgada. **Fíbulas** ausentes.

HÁBITAT y FENOLOGÍA. Sobre el suelo, a menudo entre hojarasca de pino o entre herbáceas y zacatonos. En bosques de *Pinus* y *Pinus-Alnus*, siempre en asociación con *Pinus*. Recolectada a 3100-3500 msnm. Fructifica de julio a octubre.

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, TLAXCALA, Parque Nacional La Malinche, Municipio de Huamantla, ladera E del Volcán La Malinche, Cañada Grande, 25-VII-1990, *AKL 1622*; *ibid.*, 8-VIII-1990, *AKL 1664*; *ibid.*, 3-X-1990, *AKL 1808*; *ibid.*, 31-X-1990, *AKL 1851*; *ibid.*, 20-IX-1991, *AKL 2199*; *ibid.*, 25-IX-1991, *AKL 2215, 2219*; *ibid.*, 19-VIII-1992, *AKL 2430*; *ibid.*, 24-VIII-1993, *AKL 2579* (todos en **TLXM**).

OBSERVACIONES. Esta especie se distingue porque la trama toma un color rojizo a grisáceo al madurar o al maltrato, sin embargo este cambio se da lentamente y sólo es posible observarlo después de varias horas. El píleo es de color vino, a veces decolorado en el centro, las láminas y esporada amarillo claro, la trama no es picante y la pileipellis presenta hifas primordiales. Macroscópicamente, es similar a *R. vinosa* pero se distinguen por el tipo de ornamentación que presentan sus basidiosporas, espinosas en *R. vinosa* y verrugosas a espinosas en *R. occidentalis*. Las espinas en *R. vinosa* casi siempre son aisladas y pequeñas (0.5 µm *sensu* ROMAGNESI, 1967) y en *R. occidentalis* a menudo se presentan finas líneas conectando algunos elementos pero sin formar retículos parciales y algunos de los elementos alcanzan una altura mayor a 1 µm. SINGER (1948) reportó que las basidiosporas de *R. occidentalis* miden de 9-14 x 8.5-12 µm (incluyendo la altura de la ornamentación) y las verrugas alcanzan (1.0-)1.5(-2.0) µm de altura; KIBBY y FATTO (1990) reportaron basidiosporas de 7.5-11 x 7-9 µm (excluyendo la ornamentación), con

ornamentación de 1-2 μm de altura. Además, las basidiosporas de *R. vinosa* se reportan como ligeramente más anchas que las de la especie aquí estudiada, 6.5-8.5 μm de ancho para *R. vinosa* (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988) contra 5.9-7.6 μm de ancho para los especímenes aquí estudiados.

Para EUA se han descrito varias especies similares a *R. occidentalis*, como *R. magna* BEARDSLEE, que se distingue por el color crema a pardusco del píleo, altura de la ornamentación de las basidiosporas (0.3 μm) y por presentar pileomacrocistidios (SINGER, 1942; KIBBY y FATTO, 1990); *R. subsericeonitens* MURRILL difiere principalmente por el tamaño más pequeño del píleo, hasta de 45-55 mm \varnothing y por el color blanco de láminas y esporada (MURRILL, 1939; SINGER, 1957a); *R. nigrescentipes* PECK también presenta esporada de color blanco a crema (A-B CRAWSHAY) y las basidiosporas son pequeñas, de 6-8 x 5.5-6.5 μm , con ornamentación hasta de 0.6 μm de altura (KIBBY y FATTO, 1990). Además, al parecer estas tres especies se desarrollan preferentemente en los bosques del E de EUA (MURRILL, 1939; SINGER, 1957a; KIBBY y FATTO, 1990).

R. occidentalis fue descrita de O de EUA por SINGER (1948, 1957a). Se registra por primera vez para México y se puede considerar como otro ejemplo de las relaciones biogeográficas que existen entre la micobiota del O de EUA con la que se desarrolla en las grandes montañas de Eje Neovolcánico. En EUA ha sido recolectada en bosques mixtos de coníferas, bajo *Larix*, *Pinus* y *Tsuga* (SINGER, 1957a). En el PNLM crece en asociación con especies de *Pinus*, particularmente *P. hartwegii* y *P. montezumae*, entre los 3100 y 3500 m de altitud, dentro de cañadas húmedas.

No se tienen datos sobre su posible uso o comestibilidad dentro del área del PNLM.

6.2. ECOLOGÍA

Las especies del género *Russula* forman ectomicorrizas con diversas plantas que conforman el hábitat donde se desarrollan. Por lo tanto, la distribución, el tipo de vegetación, el hospedero y su especificidad hacia éste, son elementos importantes que se deben conocer para entender mejor algunos aspectos en la taxonomía del género.

6.2.1. Distribución

El PNLM presenta una extensión relativamente pequeña como para comprender y establecer los patrones de distribución de las especies estudiadas. No obstante, comparando las localidades donde las especies estudiadas han sido registradas, se puede comprender mejor su distribución y presencia en determinados sitios. De las especies estudiadas y que fueron determinadas taxonómicamente de forma confiable (Tabla 6) se puede señalar lo siguiente:

- 1) *R. basifurcata*, *R. americana*, *R. occidentalis* y *R. murrillii* son especies que se conocen únicamente del O de EUA (36.4% de las especies determinadas; Tabla 6).
- 2) Aunque *R. brevipes* y *R. romagnesianae* (18.1%) son más comunes en el O de EUA, también se han encontrado en el E de EUA pero en menor proporción.
- 3) *R. acrifolia*, *R. albonigra*, *R. olivacea*, y *R. sanguinaria* (36.4%) son especies que al parecer presentan una amplia distribución dentro del Hemisferio N, tanto en EUA como Europa.
- 4) *R. delica* (9.1%) es una especie que aparentemente no se desarrolla en EUA pero sí en Europa y Centroamérica (*R. delica* var. *centroamericana* SINGER), por lo tanto, su presencia en México posiblemente represente un patrón similar al de *Lactarius salmonicolor* R. HEIM et LECLAIR.
- 5) Si se consideran los probables nuevos taxa para la ciencia (*Russula* sp. 1, 2, 4 y 5) y la totalidad de las especies reconocidas, entonces tenemos que al menos el 12.5% de los taxa son potencialmente endémicos para el centro de México.

6.2.2. Tipos de vegetación

Debido al carácter ectomicorrizógeno de las especies del género *Russula* el tipo de vegetación y en particular el hospedero es un elemento característico de ciertas especies. En el Tabla 7 se muestran las 32 especies reconocidas y su distribución por tipo de vegetación y hospedero dentro del PNLM. De estas 32 especies, *R. cf. pallidospora* (sección *Plorantes*), *R. cf. albidula* (*Firmae*), *Russula* sp. 4 (*Tenellae*) y *Russula* sp.5 (*Polychromae*), que fueron recolectadas en bosques mixtos de *Abies-Pinus* y *R. aff. fragilis* (*Russula*) en un bosque de *Pinus-Quercus*, se desconoce el tipo de hospedero con el cual tienen el potencial de asociarse ectomicorrizógicamente, lo que representa el 15.6% de las especies detectadas. El resto de las especies se encontraron asociadas con *Abies*, *Pinus* o *Quercus*. El mayor número de especies se encontró creciendo bajo *Pinus*, seguido de *Abies* y por último *Quercus*.

Tabla 7. Especies del género *Russula* detectadas dentro del PNLM y su hospedero.

Hospedero	Taxón		Sección
	Especie	Subsección	
<i>Abies</i>	<i>R. cf. abietina</i>	<i>Puellarinae</i>	<i>Tenellae</i>
	<i>R. americana</i>	<i>Sanguineae</i>	<i>Firmae</i>
	<i>R. cf. atrorubens</i>	<i>Atropurpurinae</i>	<i>Russula</i>
	<i>R. brevipes</i>	<i>Lactarioideae</i>	<i>Plorantes</i>
	<i>R. cf. griseascens</i>	<i>Russula</i>	<i>Russula</i>
	<i>R. murrillii</i>	<i>Amethystinae</i>	<i>Lilaceae</i>
	<i>R. olivacea</i>	<i>Olivaceinae</i>	<i>Alutaceae</i>
	<i>Russula sp. 2</i>	<i>Laricinae</i>	<i>Tenellae</i>
<i>Abies y Pinus</i>	<i>R. acrifolia</i>	<i>Nigricantes</i>	<i>Compactae</i>
	<i>R. romagnesiana</i>	<i>Lactarioideae</i>	<i>Plorantes</i>
<i>Pinus</i>	<i>R. albonigra</i>	<i>Nigricantinae</i>	<i>Compactae</i>
	<i>R. basifurcata</i>	<i>Griseinae</i>	<i>Heterophyllae</i>
	<i>R. delica</i>	<i>Lactarioideae</i>	<i>Plorantes</i>
	<i>R. cf. drimeia</i>	<i>Sanguineae</i>	<i>Firmae</i>
	<i>R. cf. granulata</i>	<i>Pectinatinae</i>	<i>Ingratae</i>
	<i>R. cf. integra</i>	<i>Integrae</i>	<i>Russulinae</i>
	<i>R. aff. krombholzii</i>	<i>Atropurpurinae</i>	<i>Russula</i>
	<i>R. cf. luteotacta</i>	<i>Sanguineae</i>	<i>Firmae</i>
	<i>R. occidentalis</i>	<i>Vinosinae</i>	<i>Lilaceae</i>
	<i>R. cf. puellaris</i>	<i>Puellarinae</i>	<i>Tenellae</i>
	<i>R. sanguinaria</i>	<i>Sanguineae</i>	<i>Firmae</i>
	<i>R. cf. xerampelina</i>	<i>Xerampelinae</i>	<i>Viridantes</i>
	<i>Russula sp. 1</i>	<i>Brunneofloccosinae</i>	<i>Fistulosae</i>
<i>Quercus</i>	<i>R. cf. cyanoxantha</i>	<i>Cyanoxanthinae</i>	<i>Heterophyllae</i>
	<i>R. cf. densifolia</i>	<i>Nigricantinae</i>	<i>Compactae</i>
	<i>R. aff. pectinatoides</i>	<i>Pectinatinae</i>	<i>Ingratae</i>
	<i>Russula sp. 3</i>	<i>Puellarinae</i>	<i>Tenellae</i>
<i>Desconocido</i>	<i>R. cf. albidula</i> *	<i>Sanguineae</i>	<i>Firmae</i>
	<i>R. aff. fragilis</i> **	<i>Atropurpurinae</i>	<i>Russula</i>
	<i>R. cf. pallidospora</i> *	<i>Lactarioideae</i>	<i>Plorantes</i>
	<i>Russula sp. 4</i> *	<i>Incertae sedis</i>	<i>Tenellae</i>
	<i>Russula sp. 5</i> *	<i>Incertae sedis</i>	<i>Polychromae</i>

* Bosque de *Abies-Pinus*** Bosque de *Pinus-Quercus*

6.2.2.1. Bosque de *Abies religiosa*

En los bosques de oyamel se recolectaron 8 especies: *Russula brevipes* (sección *Plorantes*), *R. cf. atrorubens* (*Russula*), *R. cf. griseascens* (*Russula*), *R. americana* (*Firmae*), *R. cf. abietina* (*Tenellae*), *Russula sp. 2* (*Tenellae*), *R. olivacea* (*Alutaceae*) y *R. murrillii* (*Lilaceae*). Estos taxa crecen exclusivamente en asociación con *Abies religiosa*. *R. romagnesianae* (*Plorantes*) y *R. acrifolia* (*Compactae*) también son dos especies que se asocian con *Abies*. Sin embargo, éstas tienen la capacidad de crecer igualmente asociadas con árboles del género *Pinus*. Por lo tanto, el

25% de las especies reconocidas crecen exclusivamente con *A. religiosa* y el 6.3% tanto con *Abies* como con *Pinus*. No se encontraron taxa de las secciones *Fistulosae*, *Ingratae*, *Heterophyllae*, *Polychromae* y *Viridantes* asociados con *A. religiosa* dentro del PNLM.

6.2.2.2. Bosque de *Pinus*

Las especies que se recolectaron de los bosques de pino fueron 13: *R. delica* (sección *Plorantes*), *R. albonigra* (*Compactae*), *Russula* sp. 1 (*Fistulosae*), *R. cf. granulata* (*Ingratae*), *R. basifurcata* (*Heterophyllae*), *R. aff. krombholzii* (*Russula*), *R. cf. drimeia* (*Firmae*), *R. cf. luteotacta* (*Firmae*), *R. sanguinaria* (*Firmae*), *R. cf. puellaris* (*Tenellae*), *R. cf. xerampelina* (*Viridantes*), *R. cf. integra* (*Russulinae*) y *R. occidentalis* (*Lilacéae*). Estos taxa representan el 40.6% de las 32 especies reconocidas para el PNLM. Además, *R. romagnesiana* (*Plorantes*) y *R. acrifolia* (*Compactae*) tienen la capacidad de asociarse tanto con *Pinus* como con *Abies*.

6.2.2.3. Bosque de *Quercus*

Los bosques de encino en el PNLM se encuentran reducidos. No obstante, fue posible detectar la presencia de 4 especies asociadas con *Quercus* (Tabla 7): *Russula* cf. *densifolia* f. *fragrans* (sección *Compactae*), *R. aff. pectinatoides* (*Ingratae*), *R. cf. cyanoxantha* (*Heterophyllae*), *Russula* sp. 3 (*Tenellae*). Sin embargo, como ya fue mencionado, ninguna de estas especies fue estudiada y representan el 12.5% de los 35 taxa detectados para el área de estudio.

6.3. ETNOMICOLOGÍA

La principal especie del género *Russula* que se consume dentro del PNLM es *R. delica* y en menor proporción *R. brevipes* y *R. romagnesiana*. Los hongueros de la región llaman a estas especies "corneta blanca", "corneta buena", "tecajete", "pata de cabra", "borreguitos", "tecax" y "cuatecax", entre otros.

DISCUSIÓN GENERAL

Se han reportado 61 especies y 4 variedades del género *Russula* en el país (Apéndice I). En esta tesis se registra por primera vez para México a *R. occidentalis*. Además, es probable que 4 especies representen nuevos taxa para la ciencia y de confirmarse la determinación en las especies que aun no ha sido precisada (7) o que se encuentran parcialmente estudiadas (3), el número para el país se incrementaría a 80. Por lo tanto, las 32 especies reconocidas para el PNLM representarían cerca del 40% de este incremento.

Las especies determinadas de manera confiable y que únicamente se conocen del PNLM son *Russula acrifolia*, *R. americana*, *R. basifurcata*, *R. murrillii*, *R. occidentalis* y *R. romagnesiana*. Éstas representan el 9% de los taxa citados para México. Durante el desarrollo del presente trabajo fue que se reportaron estas especies del país (KONG, 1998), con excepción de *R. occidentalis*.

7.1. TAXONOMÍA

Los diferentes subgéneros, secciones y subsecciones que se han propuesto para todo el género *Russula*, la ubicación de las especies dentro de estas categorías y la determinación de las mismas, no han sido definidos con base en un sólo carácter, sino más bien, por un conjunto de caracteres que comparten todos los integrantes de un grupo en general y de una especie en particular. Por lo tanto, el análisis de varios caracteres es lo que permite reconocerlos y diferenciarlos de otros taxa similares.

7.1.1. Caracteres morfológicos

De los caracteres morfológicos que se mencionan de manera general para todo el género en la primera parte de taxonomía, los más importantes para reconocer y separar los diferentes taxa que se encontraron presentes dentro del PNLM, son los siguientes:

- 1) **Tamaño del basidioma:** dos secciones que presentan caracteres similares pero que se distinguen por su tamaño son las secciones *Polychromae* y *Tenellae*. Las especies de la sección *Polychromae* generalmente producen basidiomas grandes o muy grandes, mientras que los de *Tenellae* son pequeños o medianos. En un nivel más específico, *Russula acrifolia* se distingue de *R. cf. densifolia* f. *fragrans* porque en esta última sus basidiomas son pequeños o medianos, en tanto en la primera son grandes o muy grandes.
- 2) **Consistencia del basidioma:** las secciones *Compactae* y *Plorantes* se distinguen del resto de las secciones porque su trama siempre es dura y rígida, mientras que en el resto, la trama presenta una consistencia más blanda o frágil. La sección *Tenellae* se distingue de *Polychromae* debido a que sus especies producen basidiomas frágiles y

quebradizos en comparación con los de *Polychromae* que por lo general son más carnosos y consistentes.

- 3) **Porte o hábito del basidioma:** las especies de la sección *Plorantes* siempre producen basidiomas con porte lactarioide, en cambio, en el resto de las especies estudiadas el porte es tricolomatoide, con excepción de *R. cf. luteotacta* donde el porte del basidioma puede ser subhigroforoide (láminas adheridas a subdecurrentes y distantes a subdistantes).
- 4) **Estriación del margen del píleo:** el margen muy estriado-tuberculado es típico de *Ingratae* subsección *Pectinatinae*. En las especies de las secciones *Plorantes* y *Compactae* el margen siempre es liso o no estriado. El resto de las especies presentó, de manera general, una variación desde no estriado hasta ligeramente estriado.
- 5) **Forma del margen del píleo:** este carácter presenta una correlación con la abundancia de lamélulas; cuando existen numerosas lamélulas (proporción lamélulas:láminas = 1-3:1), como en *Plorantes* y *Compactae*, el margen siempre es agudo y cuando se carece de lamélulas el margen por lo general es obtuso. En las especies que llegan a presentar lamélulas pero en número no considerable (proporción lamélulas:láminas = 1:3 o menor), el margen varía de subagudo a subobtusó, como p. ej., en *R. basifurcata* o *R. cf. luteotacta*.
- 6) **Ornamentación del píleo:** es un carácter que a menudo puede ser particular de cada especie. En la mayoría de los materiales estudiados, la superficie del píleo es lisa o glabra. *Russula* sp.1 presentó la superficie granulosa-escumulosa, *R. cf. granulata* escamoso-areolada, *R. olivacea* con rugosidades concéntricas especialmente en el margen, y *R. murrillii* y *R. occidentalis* pruinoso-granulosa. Este carácter presentó cierta correlación con el lustre y la textura del píleo y se puede decir en general que las especies con ornamentación sobre el píleo a menudo son secas y opacas, en tanto la mayoría de las especies glabras son viscidas y brillantes.
- 7) **Frecuencia de láminas:** la abundancia de láminas en un basidioma es otro carácter importante pero a un nivel más específico, p. ej., *R. delica*, *R. albonigra* y *R. cf. luteotacta* se distinguen por sus láminas más distantes o subdistantes con respecto a las de otras especies similares.
- 8) **Presencia de lamélulas:** este carácter es importante para reconocer a las especies de las secciones *Plorantes* y *Compactae*. Como ya se mencionó, se presenta una correlación con la forma del margen, así, cuando más lamélulas se presentan, la forma del margen es más aguda y cuando no existen, la forma del margen es obtusa. Este carácter es considerado como ancestral (ROMAGNESI, 1967), ya que se presenta en el género *Lactarius*, que a su vez se considera como el grupo del cual se derivaron varias especies del género *Russula* (MILLER *et al.*, 2001). Algunas especies de las secciones *Heterophyllae* y *Fistulosae* pueden llegar a tener numerosas lamélulas.
- 9) **Longitud del estípite con relación al Ø del píleo:** este carácter es importante para la distinción entre dos secciones que presentan caracteres similares. *Polychromae* y *Tenellae*. Por lo general, las especies de *Tenellae* presentan un estípite más largo que el Ø del píleo y las de *Polychromae* a menudo igual o más corto que el Ø del píleo.

- 10) **Tamaño de basidiosporas:** es uno de los caracteres microscópicos más importantes ya que con él se pueden separar especies cercanas, p. ej. *R. brevipes* de *R. romagnesiana* o *R. americana* de *R. sanguinaria*.
- 11) **Ornamentación de basidiosporas:** al igual que el tamaño de las basidiosporas, este carácter es de suma importancia. Microscópicamente, *R. delica* se distingue de *R. brevipes* por la forma de los elementos y el patrón de la ornamentación.
- 12) **Reacción del reactivo de MELZER sobre la placa de las basidiosporas:** este carácter es importante a nivel de sección o subsección. Por ejemplo, todas las especies de las secciones *Compactae*, *Fistulosae*, *Ingratae* y *Heterophyllae* presentan basidiosporas con una placa hialina y en las secciones *Russula*, *Firmae*, *Tenellae*, *Polychromae*, *Russulinae*, *Viridantes*, *Alutaceae* y *Lilaceae* la placa presenta una mancha amiloide más o menos distintiva. En la sección *Plorantes* es importante para separar las subsecciones y algunas especies, p. ej., *R. cf. pallidospora*. La mayoría de las especies que pertenecen a grupos considerados como ancestrales (ROMAGNESI, 1967; BUYCK, 1991a) carecen de la mancha amiloide y en su lugar se presenta una pequeña región no ornamentada y hialina, que por definición es la placa.
- 13) **Presencia o ausencia de pileomacrocistidios:** los pileomacrocistidios son distintivos de algunas secciones, p. ej., *Russula*, *Firmae*, *Tenellae*, *Polychromae*, *Russulinae* y *Viridantes*. En las secciones *Alutaceae* y *Lilaceae* no existen y en *Plorantes*, *Compactae*, *Fistulosae*, *Ingratae* y *Heterophyllae*, son particulares de ciertas especies.
- 14) **Presencia o ausencia de hifas primordiales:** al igual que los pileomacrocistidios, la presencia de hifas primordiales nos ayuda a separar a las especies de la sección *Lilaceae* del resto de los taxa. La sección *Alutaceae* carece tanto de hifas primordiales como de pileomacrocistidios.
- 15) **Presencia o ausencia de incrustaciones ácido-resistentes:** de igual forma que en las hifas primordiales, las incrustaciones ácido resistentes nos sirve para distinguir determinadas secciones, p. ej., la sección *Russulinae* presenta pileomacrocistidios pero se distingue de todos los demás taxa con pileomacrocistidios, porque éstos poseen incrustaciones ácido-resistentes. Todas las especies de la sección *Lilaceae* también presentan incrustaciones ácido-resistentes pero a diferencia de los *Russulinae* sus taxa carecen de pileomacrocistidios.

Tanto la presencia de pileomacrocistidios como de hifas primordiales se debe establecer con base en un estudio minucioso y detallado de la pileipellis, debido a que en algunas especies estas estructuras son poco conspicuas o difíciles de reconocer si no se tiene suficiente experiencia. Por ejemplo, en la sección *Viridantes* los pileomacrocistidios se encuentran poco diferenciados del resto de las células de la pileipellis y es necesario un buen estudio para confirmar su presencia.

7.1.2. Color

- 1) **Pileo:** es uno de los principales caracteres para separar especies en cualquier grupo dentro del género. Es importante conocer la variación que se pueda presentar dentro de una especie para poder utilizarlo con relativa seguridad.

- 2) **Trama:** los cambios de coloración de la trama al corte, al maltrato o al madurar son caracteres importantes en determinadas secciones, subsecciones o especies, p. ej., *Compactae*, *Tenellae* subsección *Puellarinae* y *R. occidentalis*.
- 3) **Láminas:** generalmente este carácter se relaciona con uno de los caracteres más importantes dentro del género, el color de la esporada. Cuando no se conoce el color de la esporada, éste se puede inferir con base en el color de las láminas, pero esto siempre con ciertas reservas.
- 4) **Esporada:** el color de las basidiosporas en masa (esporada) es uno de los caracteres más importantes para la diferenciación de grupos o especies en cualquier nivel taxonómico dentro del género, p. ej., las secciones *Russula* y *Firmae* son dos taxa similares que se distinguen principalmente por el color de la esporada, a menudo blanco en *Russula* y crema en *Firmae*.
- 5) **Estípite:** al igual que el color del píleo, es importante conocer su variación dentro de un taxón en particular.

7.1.3. Caracteres organolépticos

- 1) **Sabor de la trama:** al igual que el color de la esporada, este carácter es de los más importantes en todo el género. Sin embargo, es importante evaluar su variación dentro de una especie para ser utilizado de manera confiable. De las secciones con sabor picante tenemos a *Russula* y *Firmae* y de las secciones con sabor suave se encuentran *Tenellae*, *Polychromae*, *Viridantes*, *Russulinae*, *Alutaceae*, *Lilaceae*. En el resto de las secciones el sabor puede ser suave, amargo o picante, dependiendo de las especies, p. ej., *R. acrifolia* se distingue de *R. cf. densifolia* f. *fragrans* por el sabor picante o muy picante de sus láminas, de ahí el nombre específico.

7.1.4. Clasificación

Como ya se mencionó, la clasificación utilizada en el presente trabajo fue una modificación a la clasificación propuesta por BON (1988), incluyéndose determinados grupos propuestos por SINGER (1986) y BUYCK (1993). El resultado fue una clasificación más práctica que natural, debido a que los objetivos del trabajo se enfocaron a la elaboración de una taxonomía más descriptiva y no a la realización de un análisis filogenético. Sin embargo, a continuación se mencionarán algunos de los puntos de vista observados después de haber utilizado este sistema de clasificación.

Las clasificaciones propuestas por ROMAGNESI (1967), SINGER (1986), BON (1988) y BUYCK (1993) han sido elaboradas desde un punto de vista evolucionista y hasta el momento no se ha elaborado una clasificación con base en los resultados de un análisis filogenético utilizando el método cladista. Lo más reciente que se ha realizado al respecto son los trabajos de MILLER *et al.* (2001) y MILLER y BUYCK (2002), en los que se ha analizado la filogenia del género con base en caracteres moleculares. Sus resultados son preliminares, ya que sólo han sido estudiadas pocas especies y no se propone una nueva clasificación.

En general, se puede decir que la mayoría de las clasificaciones propuestas para este género son artificiales. Sin embargo, con base en las evidencias actuales parece que algunos taxa infragenéricos sí representan grupos naturales. Con respecto a los subgéneros que se han descrito (y no utilizados en el presente trabajo), dos de ellos posiblemente sean grupos naturales: el subgénero *Compacta* y *Genuinae* (*Russula* o *Eurussula*). Estos dos taxa fueron utilizados por ROMAGNESI (1967) y BON (1988) como la primera gran división del género. MILLER *et al.* (2001) y MILLER y BUYCK (2002) encontraron que especies pertenecientes a estos dos subgéneros se agrupan en diferentes clados con un soporte relativamente estable.

Las secciones utilizadas en el presente trabajo corresponden con las empleadas por BON (1988), con excepción de *Fistulosae*, la cual fue retomada del trabajo de BUYCK (1993) por haberse encontrado una especie perteneciente a este taxón dentro del PNLN. Las secciones *Plorantes* y *Compactae* son dos grupos que presentan caracteres particulares que las hacen completamente diferentes del resto de las especies del género y a su vez, entre estos dos grupos se presentan límites bien definidos. En el presente estudio, la sección *Plorantes* fue dividida en dos subsecciones: *Lactarioideae* y *Pallidosporinae*. MILLER y BUYCK (2002) encontraron que las especies de *Lactarioideae* se ubican en un clado independiente del de *Pallidosporinae* (Fig. 30, clado 1 y 2).

La sección *Fistulosae* es un grupo fenéticamente intermedio entre las secciones *Compactae* e *Ingratae*. Probablemente esta sección sea un grupo artificial y algunas de sus especies deberán ser ubicadas dentro *Compactae* y otras más en *Ingratae*, como lo propuso SINGER (1986, bajo una subsección de *Ingratae*). Sin embargo, estudios más finos podrían dar evidencias de que algunas especies de la actual sección *Fistulosae* representen un taxón diferente de *Compactae* o *Ingratae*.

Al igual que en *Plorantes* y *Compactae*, las secciones *Ingratae* y *Heterophyllae* son dos grupos que presentan características distintivas del resto de las especies de *Russula*. MILLER *et al.* (2001) y MILLER y BUYCK (2002) encontraron que las especies agrupadas dentro de estas dos secciones conforman un clado separado de las otras especies de *Russula* (Fig. 28 y 30, clado 3).

Las secciones *Russula* y *Firmae* se encuentran representadas por especies que presentan caracteres macro- y micromorfológicos similares y la única diferencia en ambas secciones se presenta a nivel del color de la esporada, aunque no de forma discreta, sino continua, por lo que es posible reunir a las especies de estas dos secciones en un solo grupo, más o menos equivalente al taxón *Piperinae* de ROMAGNESI (1967, 1987). Por las evidencias presentadas por MILLER *et al.* (2001) y Miller y Buyck (2002), las especies de estas dos secciones se agrupan en un clado con buen soporte (Fig. 30, clado 5).

Las especies estudiadas de las secciones *Tenellae*, *Polychromae*, *Viridantes*, *Russulinae*, *Alutaceae* y *Lilaceae* se distinguen por presentar la trama con un sabor no picante, a diferencia de las especies clasificadas dentro de las secciones *Russula* y *Firmae*. MILLER y BUYCK (2002) muestran evidencias de que las especies con sabor no picante y que se han ubicado en alguna de estas secciones, forman un clado independiente (Fig. 30, clado 6).

Las especies de la sección *Tenellae* parece que forman un grupo natural (Fig. 30, clado 6-p). La especie estudiada de la sección *Polychromae* no fue determinada aunque parece ser

cercana a *Russula melliolens*, la cual forma parte de un clado terminal con poco soporte (Fig. 30, clado 6-u).

En la sección *Viridantes* se reúnen varios taxa relacionados entre sí. Se caracterizan, entre otras cosas, por presentar una reacción de color verde con FeSO_4 . Esta sección parece ser un grupo natural ya que no existe otro grupo que presente la combinación de sus caracteres tan distintivos. MILLER y BUYCK (2002) encontraron que este taxón forma un clado aceptable y posiblemente sea monofilético (Fig. 30, clado 6-i).

Algunos autores consideran que la presencia de incrustaciones ácido-resistentes sobre la pileipellis ha sido un evento que probablemente ha surgido independientemente en varios taxa del género (SARNARI, 1991; MILLER *et al.* 2001; MILLER y BUYCK, 2002) y el reunir a especies que presentan incrustaciones ácido-resistentes en un solo taxón podría ser artificial, como es el caso de las secciones *Russulinae* y *Lilaceae* del presente trabajo.

La sección *Alutaceae* agrupa especies que no presentan ni pileomacrocistidios ni hifas primordiales. Esta agrupación parece ser artificial ya que la ausencia de estas estructuras en las especies del género *Russula*, más bien podría deberse a un proceso de homoplasia. No obstante, a nivel de subsección, *Olivaceinae* es un grupo homogéneo (MILLER y BUYCK, 2002).

7.1.5. Filogenia

Los trabajos más recientes sobre filogenia en el género *Russula* han sido los desarrollados por MILLER *et al.* (2001) y MILLER y BUYCK (2002). Los resultados de estos análisis moleculares señalan que *Russula* es un género polifilético, donde algunos grupos se han derivado de *Lactarius* y otros han surgido independientemente (VERBEKEN, 1997; MILLER *et al.*, 2001), o parafilético, ya que varias especies de *Macowanites*, *Cystangium* y *Gymnomyces* se presentaron dentro de los mismos clados formados por *Russula* (MILLER *et al.*, 2001).

Varios géneros de Basidiomycetes que presentan la ornamentación de las basidiosporas amiloide o macrocistidios han sido relacionados con *Russula*, p. ej., *Bondarzewia*, *Heterobasidion*, *Hericium*, *Lentinellus*, *Albatrellus*, *Boidinia* o *Gloeocystidiellum*, siendo este último género el que al parecer se encuentra más relacionado con los géneros agaricoides, secotioides y gasteroides (Russulaceae), por lo que existe la posibilidad de que en un futuro algunos de estos taxa puedan ser incluidos dentro de los Russulales o al menos ser el grupo hermano de los taxa agaricoides, secotioides y gasteroides (MILLER *et al.*, 2001).

Estas ideas acerca de la filogenia de *Russula* se han basado en resultados preliminares del análisis de caracteres moleculares (MILLER *et al.*, 2001; MILLER y BUYCK, 2002) y hasta ahora, no se han realizado trabajos que exploren los caracteres morfoanatómicos. Sin embargo, de éstos últimos, los que han considerado ROMAGNESI (1967) y MILLER y BUYCK (2002) entre los más importantes para establecer las bases de un estudio filogenético apoyado en caracteres morfológicos se encuentran los siguientes:

- 1) Píleo de colores pálidos u opacos vs. colores vivos o brillantes.
- 2) Pileipellis adnada, no o muy poco desprendible vs. pileipellis (fácilmente) desprendible.

- 3) Trama de consistencia dura vs. trama de consistencia frágil.
- 4) Trama con sabor picante vs. trama con sabor más suave.
- 5) Presencia de lamélulas vs. ausencia de lamélulas
- 6) Esporada de color blanco o pálido vs. esporada coloreada (amarillo).
- 7) Basidiosporas alargadas vs. basidiosporas subglobosas.
- 8) Basidiosporas con ornamentación poco desarrollada vs. basidiosporas con ornamentación bien desarrollada.
- 9) Pileipellis con pileomacrocistidios vs. pileipellis con subpellis formado por tejido especializados y presencia de hifas primordiales.

7.1.6. *Russula*

De las 32 especies reconocidas para el PNLM, sólo 26 fueron estudiadas detalladamente tomando en consideración varios caracteres, tanto morfológicos como el color; las reacciones macroquímicas y algunos datos ecológicos. Estas 32 especies representan cerca del 48% de las especies registradas de México. Esta cifra además de indicar una gran riqueza dentro del PNLM, es en general, evidencia del pobre conocimiento sobre las especies de este género en México. Tomando en consideración las cifras sobre el número de especies conocidas a nivel mundial tenemos que las especies estudiadas representan entre el 6 y el 12% de acuerdo con las estimaciones dadas por MOLINA *et al.* (1992), SINGER (1986) y HAWKSWORTH *et al.* (1995).

De las 11 especies determinadas de manera confiable (Tabla 6), únicamente *Russula occidentalis* se cita por primera vez para México. Cuatro especies (12.5%) representan nuevos taxa para la ciencia. El resto de los taxa (17 = 53%) presentaron varios problemas para la definición de las especies, particularmente por la falta de material tipo o de referencia para su comparación, la falta de notas sobre los datos en fresco de material que fue recolectado solo en una o dos ocasiones, al desconocimiento de algún carácter importante para su determinación o la falta de bibliografía poco accesible. En la parte de resultados se discuten de manera específica los problemas encontrados en cada uno de los taxa. A continuación se mencionan de manera general algunos de los problemas encontrados durante el desarrollo del estudio.

7.1.6.1. *Russula* sección *Plorantes*

La sección *Plorantes* fue la mejor estudiada desde el punto de vista taxonómico debido a que se contó con la gran mayoría de los materiales tipo o de referencia de las especies conocidas tanto de EUA como de Europa (ver Apéndice II). El material determinado como *R. delica* no es diferente del concepto de ROMAGNESI (1967) para *R. delica* var. *delica*. Los especímenes determinados como *R. brevipes* probablemente representen una forma o variedad diferente a las descritas por SHAFFER (1964), aunque si dentro del concepto de *R. brevipes* s.l. *R. romagnesianae* es un taxón que probablemente debería estar ubicado como una variedad de *R. brevipes* ya que la única diferencia importante es el tamaño de las basidiosporas. *R. cf. pallidospora* es un taxón que fue comparado con varias de las especies de su grupo conocidas de EUA y lo más parecido morfológicamente resultó ser *R. inopina*, sin embargo se observó que un material europeo determinado como *R. pallidospora* era más parecido o casi idéntico a nuestro material (ver Apéndice II, números 4, 6, 7 y 13).

Russula cf. *pallidospora* se distingue del resto de las especies por el color crema de la esporada, de ahí que BON (1988) reconociera la subsección *Pallidosporinae* para separar los taxa con esporada de crema a amarillo de los que la tienen de color blanco o blanquecino. Además, *R. cf. pallidospora* no presenta una placa bien definida y amiloide como las otras tres especies y la ornamentación de sus esporas es muy baja, hasta de 0.7 μm de altura, mientras que en las otras tres especies a menudo es mayor de 0.7 μm . *R. brevipes*, *R. delica* y *R. romagnesianana* presentan características macroscópicas similares. Dentro de los caracteres que se observaron en los materiales del PNLN y que son de ayuda para distinguir en el campo a estas tres especies se encuentran la ornamentación en la superficie del estípite, la frecuencia y ancho de láminas y el hábitat. *R. brevipes* y *R. romagnesianana* a menudo presentan la superficie del estípite velutinosa, al menos en la parte superior y las láminas son relativamente más juntas y más estrechas que en *R. delica*. *R. brevipes* crece bajo *Abies* y *R. delica* bajo *Pinus*, mientras que *R. romagnesianana* puede crecer tanto con *Abies* como con *Pinus*. Sin embargo, el principal carácter para separar a estas tres especies se presenta en el tamaño y ornamentación de las basidiosporas. *R. romagnesianana* presenta basidiosporas con una longitud promedio menor de 8.5 μm , mientras que *R. brevipes* y *R. delica* presentan basidiosporas mayores de 9.0 μm de longitud promedio. *R. brevipes* se distingue de *R. delica* en la ornamentación de las basidiosporas, siendo predominantemente equinuladas y mayor de 1.5 μm de altura en *R. brevipes* y predominantemente verrugosas y menor de 1.5 μm de altura en *R. delica*.

7.1.6.2. *Russula* sección *Compactae*

Dentro de esta sección se determinó a *Russula acrifolia*, *R. albonigra* y *R. cf. densifolia* f. *fragrans*. Únicamente los materiales de *R. acrifolia* y *R. albonigra* pudieron ser comparados con material de referencia (Apéndice II). Ambas especies se encuentran bien delimitadas desde el punto de vista taxonómico y los materiales mexicanos no presentaron variaciones fuera de sus límites. *R. cf. densifolia* f. *fragrans* es un taxón que concuerda bien con el concepto de SHAFFER (1962) para esta forma de *R. densifolia*, debido a que presenta ciertos caracteres que la distinguen, particularmente la disposición subdistantes de las láminas lo que nos hace suponer cierta similitud fenética con la forma propuesta por SHAFFER (1962) de EUA y no con la típica *R. densifolia* de Europa (como su nombre lo indica, con láminas más juntas). Sin embargo, el concepto de SHAFFER (1962) para *R. densifolia* es amplio y algunos autores como KIBBY y FATTO (1990) han señalado que probablemente incluya varios taxa.

Las especies de la sección *Compactae* que se recolectaron del PNLN se distinguen por el cambio en la coloración de la trama al corte o al maltrato. Tanto en *Russula acrifolia* como *R. cf. densifolia* f. *fragrans* la trama cambia primero a un color rojizo y después a pardo-grisáceo o negruzco al maltrato. En *R. albonigra* la trama cambia desde un principio a un color negruzco al maltrato y en ocasiones puede presentar tonos rojizos subsidiarios. Además, *R. albonigra* presenta basidiosporas con ornamentación muy baja, hasta de 0.4 μm de altura, mientras que en las dos especies restantes la ornamentación es mayor de 0.5 μm de altura, además, en *R. albonigra* la pileipellis carece de macrocistidios y en las otras dos especies sí se presentan. Este último carácter ha hecho pensar que la subsección *Nigricantinae* podría ser dividida en dos subsecciones con base en la presencia y ausencia de pileomacrocistidios (BUYCK, com. pers.). Las diferencias entre *R. acrifolia* y *R. cf. densifolia* f. *fragrans* se presentan en el sabor de la

trama y de las láminas es picante o muy picante, mientras que en *R. cf. densifolia* f. *fragrans* el sabor es suave. La pileipellis en esta última forma presenta hifas ligeramente infladas, mientras que en *R. acrifolia* las hifas son casi siempre filamentosas. Además, se ha señalado que *R. acrifolia* produce basidiomas de mayor tamaño que en *R. cf. densifolia* f. *fragrans*, algo que también se observó en los materiales del PNLM.

7.1.6.3. *Russula* sección *Fistulosae*

La sección *Fistulosae* se encontró representada por *Russula* sp. 1. Ésta presenta caracteres particulares que nos hacen suponer que se trata de una especie nueva. Fue ubicada dentro de *Brunneofloccosinae*, una subsección descrita para agrupar especies tropicales. Desafortunadamente, sólo fue posible la recolección de un material y hasta el momento, no se ha observado o recolectado nuevamente. Esperamos contar con más material en un futuro, para conocer mejor sus características y su variación, y así poder decidir si efectivamente se trata de un nuevo taxón. Dentro de los caracteres que utiliza BUYCK (1993) para separar a las especies de la subsección *Brunneofloccosinae* se encuentran el color del píleo, sabor de la trama, relación largo del estípite-Ø del píleo, tamaño y patrón de la ornamentación en las basidiosporas, y tamaño y forma de las células de la pileipellis.

7.1.6.4. *Russula* sección *Ingratae*

En esta sección se ubicaron 2 especies, *Russula* aff. *pectinatoides* y *R. cf. granulata*. La primera no fue revisada con detalle, pero se tomaron los datos en fresco necesarios para ubicarla dentro de *R. pectinatoides* s.l. La segunda especie presenta caracteres similares a los descritos para *R. granulata*, sin embargo, el patrón de la ornamentación del píleo es diferente ya que para los materiales del PNLM, las granulaciones y escamas areoladas del píleo se encuentran principalmente en el margen y el centro es glabro o ligeramente granuloso-areolado, mientras que para *R. granulata* se ha señalado que se presentan sobretodo en el centro del píleo (SHAFFER, 1972).

Las 2 especies se ubican en la subsección *Pectinatinae* de la clasificación de BON (1988) y se distinguen entre sí porque en *R. cf. granulata* la superficie del margen del píleo siempre es areolada-escamosa, mientras que en *R. aff. pectinatoides* es glabra. Además, el hábitat típico de *R. cf. granulata* es el bosque de *Pinus*, mientras que el material de *R. aff. pectinatoides* fue recolectado bajo *Quercus*. Debido a que esta última especie no fue estudiada microscópicamente, no se conocen que otros caracteres que serían importantes para diferenciarlas. Sin embargo, SINGER (1982) señaló que el patrón en la ornamentación de las especies relacionadas con *R. pectinata* y *R. amoenolens* es importante para su distinción. Entre otros caracteres se encuentran la coloración general del basidioma, presencia de restos de un velo, sabor y olor de la trama.

7.1.6.5. *Russula* sección *Heterophyllae*

La sección *Heterophyllae* se encontró representada por 2 especies. *Russula* cf. *cyanoxantha* no fue estudiada con detalle pero por los datos en fresco que se observaron fue posible determinarla

dentro del complejo de *R. cyanoxantha*. *R. basifurcata* presentó los caracteres distintivos de la especie por lo que su determinación taxonómica no fue problemática. Sólo hace falta compararla con materiales tipo o de referencia para reafirmar su identidad.

Russula basifurcata se ubicó dentro de la subsección *Griseinae* y *R. cf. cyanoxantha* dentro de la subsección *Cyanoxanthinae*. Las dos especies se diferencian por el color del pileo, consistencia de las láminas, color de la esporada y la forma de las hifas de la pileipellis. En *R. basifurcata* el color del pileo es blanco con tonos rojizos o anaranjados, las láminas son quebradizas, la esporada probablemente sea de color crema o más coloreada y las hifas de la pileipellis a menudo presenta elementos inflados, mientras que en *R. cf. cyanoxantha* el color generalmente es púrpura-violáceo a verdoso, las láminas son flexibles, la esporada es de color blanco y los elementos de la pileipellis son filamentosos.

7.1.6.6. *Russula* sección *Russula*

En la sección *Russula* se reconocieron 4 taxa, *R. cf. griseascens*, *R. cf. atrorubens*, *R. aff. krombholzii* y *R. aff. fragilis*. Tanto *R. aff. fragilis* como *R. aff. krombholzii*, no fueron estudiadas detalladamente. Sin embargo, *R. aff. fragilis* presenta las láminas con el borde aserrado, lo cual, la ubica dentro del grupo de *R. fragilis*. *R. aff. krombholzii* también presentó los caracteres típicos de la especie, sin embargo, el material observado no fue el adecuado para realizar un buen estudio. Las dos especies estudiadas fueron determinadas tentativamente como *R. cf. atrorubens* y *R. cf. griseascens* utilizando la clave de BON (1988). Sin embargo, es necesario comparar nuestros ejemplares con material tipo o de referencia para confirmar su identidad.

Russula cf. atrorubens, *R. aff. fragilis* y *R. aff. krombholzii* se ubicaron en la subsección *Atropurpurinae* y *R. cf. griseascens* en la subsección *Russula*. De las 3 especies de *Atropurpurinae*, únicamente *R. cf. atrorubens* fue estudiada en detalle. Los principales caracteres utilizados para separar estas especies fue el color del pileo y el hábitat. *R. aff. fragilis* presentó una coloración más pálida (amarillo-verdoso en el centro y rosa en el margen) que las otras 2 especies, en las cuales, la coloración fue más oscura, siendo vino oscuro en *R. aff. krombholzii* y púrpura-negruzco a púrpura vináceo en *R. cf. atrorubens*. Además, *R. aff. fragilis* se caracterizó por presentar el margen de las láminas aserrado, mientras que en *R. cf. atrorubens* rara vez era aserrado-fimbriado y en *R. aff. krombholzii* fue entero. Con respecto al hábitat, *R. cf. atrorubens* se distingue por crecer siempre en asociación con *Abies religiosa*, mientras que *R. aff. krombholzii* fue recolectada bajo *Pinus* y *Quercus* y *R. aff. fragilis* en un bosque de *Pinus-Quercus-Alnus*.

7.1.6.7. *Russula* sección *Firmae*

Dentro de la sección *Firmae* se encontraron 5 especies: *R. americana*, *R. sanguinaria*, *R. cf. albidula*, *R. cf. drimeia* y *R. cf. luteotacta*. De estas especies, únicamente *R. sanguinaria* fue comparada con material europeo (Apéndice II) de lo que se conocía anteriormente como *R. sanguinea* y no se encontraron diferencias importantes. *R. americana* forma parte del complejo de *R. sanguinaria* y se distingue de esta última por presentar basidiosporas de mayor tamaño.

Los materiales determinados como *R. cf. albidula* y *R. cf. drimeia* no presentaron diferencias notables con las descripciones dadas para estas especies, lo único que restaría sería confirmar nuestra determinación con el material tipo o auténtico de ambas especies. Sin embargo, es posible que *R. cf. albidula* pueda representar un taxón albino de *R. americana*. Por último, tenemos a lo que determinamos como *R. cf. luteotacta*, que seguramente representa un taxón dentro del complejo de variedades y formas relacionadas con *R. luteotacta*. Sin embargo, la principal característica que la distingue a los materiales del PNLN de las variedades y formas descritas dentro de *R. luteotacta* es la ausencia del cambio de coloración conocida para esta especie.

Junto con la sección *Tenellae*, esta sección fue la que presentó un mayor número de especies dentro del PNLN. Por la coloración del píleo (principalmente púrpura) *R. cf. drimeia* se ubicaría en la subsección *Sardoninae* de la clasificación de SINGER (1986). Sin embargo, en el presente trabajo no se hizo una división de esta sección en subsecciones debido a las razones expuestas en el apartado de taxonomía. El resto de las especies presentan en general un color rojo, excepto *R. cf. albidula*. Las dos especies más relacionadas son *R. americana* y *R. sanguinaria*, que difieren únicamente en el tamaño de las basidiosporas y en el hábitat. *R. americana* presenta basidiosporas mayores de $8.5 \times 6.5 \mu\text{m}$ en promedio y crece siempre en asociación con *Abies*, mientras que *R. sanguinaria* presenta basidiosporas a menudo menores de $8.5 \times 6.5 \mu\text{m}$ en promedio y siempre crece asociada con *Pinus*. *R. cf. luteotacta* es un taxón que se distingue por presentar un basidioma con porte subhigroforoide (láminas adheridas a subdecurrentes, gruesas y distantes a subdistantes) y estípite muy corto con relación al ϕ de píleo. Todas las especies crecen en asociación con coníferas, particularmente con *Pinus*, excepto *R. americana* y *R. cf. albidula*, ya que la primera como ya se mencionó, crece bajo *Abies* y de la segunda se desconoce su hospedero debido a que fue recolectada siempre en vegetación mixta de *Pinus-Abies*. Otro de los caracteres importantes en este grupo de especies es el número de septos presentes en los pileomacrocistidios.

7.1.6.8. *Russula* sección *Tenellae*

En esta sección se encontraron 5 especies, *R. cf. puellaris*, *R. cf. abietina*, *Russula* sp. 2, *Russula* sp. 3 y *Russula* sp. 4. Ninguno de los materiales estudiados fue comparado con material tipo, auténtico o cercano, con excepción de *Russula* sp. 2, la cual es cercana a *R. olivina* (ver Apéndice II). Podemos afirmar con seguridad que tanto *Russula* sp. 2 como *Russula* sp. 4 representan dos especies nuevas. La primera dentro de la subsección *Laricinae* y la segunda sin una posición bien definida dentro de *Tenellae*. Los materiales estudiados de *R. cf. puellaris* posiblemente representen una variante ecológica de *R. puellaris* s. str. *R. cf. abietina* es un taxón no muy bien definido pero cercano a lo que varios autores han llamado *R. abietina*. *Russula* sp. 3 es una especie no revisada en detalle debido a falta de material y datos en fresco, pero que superficialmente presentó los caracteres que distinguen a la subsección *Puellarinae*.

Russula sp. 2 se distingue del resto de las especies por el porte más robusto del basidioma, la coloración principalmente verde-olivo del píleo y el patrón aislado de la ornamentación de sus basidiosporas. El resto de las especies presentan basidiomas generalmente pequeños y frágiles y las basidiosporas poseen ornamentación con un patrón reticulado o subreticulado, excepto en *Russula* sp. 4 donde el patrón también es aislado. En esta última especie el color del píleo es

amarillo. *R. cf. abietina*, *R. cf. puellaris* y *Russula* sp. 3 fueron clasificadas dentro de la subsección *Puellarinae* debido a que en estas especies se desarrolla una coloración amarillento-ocráceo, sobre todo en el estípite, característico de esta subsección. Estas tres especies de distinguen principalmente por la coloración del píleo y el hábitat. *R. cf. abietina* crece en asociación con *Abies*, *R. cf. puellaris* con *Pinus* y *Russula* sp. 3 con *Quercus*.

7.1.6.9. *Russula* sección *Polychromae*

Dentro de la sección *Polychromae* se estudió a *Russula* sp. 5, una especie no determinada debido a que no se encontró ningún taxón que correspondiera bien con sus características, es posible que represente una especie nueva. Probablemente pertenezca a la subsección *Melliolentinae*, sin embargo, es necesario establecer correctamente si se presenta el cambio de color distintivo de la subsección. La pileipellis presenta características similares a las descritas para *R. melliolens*, sin embargo, se distingue de esta especie principalmente por el color del basidioma y de la esporada.

7.1.6.10. *Russula* sección *Russulinae*

Russula cf. *integra* fue el único representante de la sección *Russulinae* dentro del PNLM y probablemente represente un taxón nuevo, relacionado con *R. integra* s. str. Lo que distingue al complejo de *R. integra* del resto de los *Polychromae* es el hecho de que en todas las especies la coloración del píleo es principalmente pardo-rojizo, la esporada es de color amarillo, el patrón en la ornamentación de sus basidiosporas es aislado y siempre crecen en asociación con coníferas. Dentro del complejo, el principal carácter utilizado para distinguir a las especies es la ornamentación de las basidiosporas.

7.1.6.11. *Russula* sección *Viridantes*

Actualmente se sabe que la sección *Viridantes* es un complejo muy grande de varias especies todas ellas relacionadas con *R. xerampelina*. En el presente trabajo no fue posible determinar con precisión los materiales estudiados, principalmente por carecer de materiales tipo o auténticos para su comparación. Creemos que en el PNLM se desarrolla al menos una especie que es similar a *R. xerampelina* s. str. A pesar de que no se observaron diferencias importantes a nivel microscópico en todo el material estudiado, la mayoría presentaron una gran variación con respecto a la coloración del basidioma. Algunas presentaron coloraciones típicas de *R. xerampelina*, otras de *R. xerampelina* var. *semirubra* y otras similares a *R. barlae* o *R. elaeodes*. Sin embargo, por el momento todo el material estudiado se asignó sólo a un taxón cercano a *R. xerampelina* s. str.

Los materiales del PNLM presentaron una variación en el color del basidioma muy grande, desde púrpura hasta pardo-olivo en el píleo y desde blanco a rojizo en el estípite. Microscópicamente los materiales estudiados no presentaron variaciones importantes por lo cual, todos se ubicaron dentro del mismo taxón. Es posible que un estudio más detallado en las poblaciones del PNLM pueda potencialmente evidenciar la presencia de más especies. Sin embargo, por el momento sólo reconocemos a un solo taxón. Entre los caracteres importantes

para separar las especies del complejo de *R. xerampelina* (especies asociadas a coníferas), se encuentran la coloración general del basidioma, ornamentación fina de la superficie del píleo, color de la esporada, tamaño y ornamentación de basidiosporas, forma de los elementos de la pileipellis y el tipo de conífera con el cual se asocia.

7.1.6.12. *Russula* sección *Alutaceae*

Esta sección estuvo representada sólo por *R. olivacea*. Los materiales del PNLM presentaron los caracteres distintivos de la especie y sólo fueron comparados con un material alemán determinados como tal (ver Apéndice II). La única variación importante se presentó en la coloración del píleo ya que como lo indica su nombre, el color principal es el olivo, mientras que en los materiales estudiados fue púrpura. Sin embargo, esta coloración también se describe para esta especie en Europa (ROMAGNESI, 1967; BON, 1988).

En la subsección *Olivaceinae* se han incluido aproximadamente 4 especies que se distinguen principalmente por la coloración del basidioma, ornamentación en la superficie del píleo, el patrón de la ornamentación de las basidiosporas y el hábitat. *R. olivacea* presenta un color que varía desde olivo hasta púrpura, la superficie del píleo presenta rugosidades concéntricas, las basidiosporas presentan una ornamentación con elementos aislados o unidos por finas líneas sin formar un retículo y crece, al menos dentro del PNLM, en asociación con *Abies*.

7.1.6.13. *Russula* sección *Lilaceae*

La sección *Lilaceae* se encontró representada por dos especies, *R. occidentalis* y *R. murrillii*. Aunque estas dos especies no fueron comparadas con material tipo o de referencia, ambas presentaron caracteres correspondientes con las diagnósis y descripciones de estos dos taxa (SINGER, 1948; BURLINGHAM, 1913, 1915). Ambas especies poseen una contraparte europea similar, particularmente *R. murrillii*, la cual, no presenta características morfológicas diferentes de lo que se conoce en Europa como *R. amethystina*. Ambas especies son prácticamente idénticas y la única diferencia importante encontrada al comparar las descripciones de estas especies es la distribución. *R. amethystina* es europea y *R. murrillii* americana. En el presente trabajo no fue posible realizar una comparación morfoanatómica entre los materiales europeos y los del PNLM.

Por otra parte, *R. occidentalis* es morfológicamente similar a *R. vinosa* y la principal diferencia se presenta en el patrón y los elementos que constituyen la ornamentación de las basidiosporas, siendo con espinas aisladas en *R. vinosa* y con espinas y verrugas aisladas o pares unidos por finas líneas en *R. occidentalis*. Las dos especies del PNLM se distinguen por la coloración del píleo, cambios de color de la trama al maltrato o al madurar y por el hábitat. *R. occidentalis* es de color rojo vino a rojo púrpura, la trama se torna de color grisáceo y a veces con tonos rojizos subsidiarios al maltrato y crece siempre bajo *Pinus*, mientras que *R. murrillii* es de color púrpura violáceo, la trama no cambia de color y crece siempre en asociación con *Abies*.

7.1.7. Problemática en la determinación de las especies

De la problemática encontrada dentro de los caracteres importantes para el género *Russula* se encuentra el sabor, color de la esporada, ornamentación de basidiosporas y estructura de la pileipellis. El sabor en el género *Russula* siempre se ha considerado un carácter taxonómico importante que en la actualidad presenta problemas de interpretación ya que algunos autores lo han probado en la trama (del pileo o estípite), algunos en las láminas y otros en ambas partes a la vez. En varios de los casos estas diferencias no son señaladas y simplemente se menciona que presenta un sabor determinado, sin especificar si fue probado en la trama, láminas o en ambos. También existen diferencias en el estado de desarrollo del basidioma ya que algunos autores señalan que el sabor es de cierta manera en los especímenes jóvenes y de otra forma en los maduros.

El color exacto de la esporada también es un carácter esencial en la delimitación de las especies. Muchas veces su determinación presenta algunos problemas de interpretación si no se cuenta tanto con un código de color estandarizado (p. ej., el de CRAWSHAY o de ROMAGNESI) como con un buen depósito de las basidiosporas.

La ornamentación de las basidiosporas en muchas ocasiones es particular de cada especie y es de gran ayuda una buena descripción o ilustración. Los problemas se presentan principalmente cuando se comparan diferentes descripciones encontradas en la bibliografía y que no cuentan con buenas ilustraciones de las basidiosporas. Esto se presta para una posible interpretación errónea acerca de cómo es en la especie que se compara con el material en estudio. BUYCK (1991a) discute ampliamente este problema y sus posibles soluciones.

La estructura de la pileipellis también es otro carácter importante para la taxonomía del género. La presencia o ausencia tanto de pileomacrocistidios como de hifas primordiales o incrustaciones ácido-resistentes es esencial para la determinación y ubicación taxonómica de las especies. En la parte de los caracteres micromorfológicos se discute la metodología para su observación. En algunos grupos de especies los pileomacrocistidios no son evidentes (p. ej., sección *Compactae* o *Viridantes*) y es necesario un estudio detallado. Además, la delimitación de algunas especies se basa en el número de septos que presentan los pileomacrocistidios y su observación depende mucho de la experiencia del investigador en el estudio de la pileipellis, para establecer el número o intervalo de septos que se presentan en cada especie. La observación de las incrustaciones ácido-resistentes y de las hifas primordiales también depende mucho de la forma en como se realiza la preparación. El tiempo en que permanecen los cortes en la fucsina de ZIEHL es importante para evidenciarlas.

Otros de los problemas, principalmente taxonómicos, que son comunes en otros géneros también lo son para el género *Russula*, como la falta de material tipo, diferentes conceptos de especie, problemas nomenclaturales o carencia de una clasificación relativamente estable. Esto ha influido de manera importante en algunas de las determinaciones del material procedente del PNLM. Por ejemplo, el caso de *R. brevipes* y *R. chloroides*, de *R. romagnesianana* y *R. chloroides* var. *parvispora* o de *R. murrillii* y *R. amethystina*. En estos casos *R. brevipes*, *R. romagnesianana* y *R. murrillii* son los representantes americanos de *R. chloroides*, *R. chloroides* var. *parvispora* y *R. amethystina* respectivamente. Algunos autores (p. ej., SHAFFER, 1964) han propuesto que los representantes americanos son conespecíficos con los taxa europeos, sin embargo, por falta de

material tipo en la mayoría de las especies europeas descritas en siglos pasados (XVIII y XIX) los autores americanos prefieren utilizar los nombres americanos. Esta problemática ocasiona de cierta forma un retraso en avance del conocimiento sobre las especies de este género a nivel mundial, ya que por una parte, si estas especies en realidad son conespecíficas, se restringe de manera importante su distribución geográfica a zonas más pequeñas al utilizar diferentes nombres dependiendo de la región y por otra parte, si se tratan de especies diferentes, hasta el momento nadie ha tratado de resolver esta problemática, debido a que los micólogos americanos señalan que es deber de los europeos resolver esto, por tratarse de las especies de su región, y los europeos argumentan que la definición de la mayoría de las especies europeas es clara para ellos. De igual forma, la historia de la clasificación infragenérica del género *Russula* ha seguido un camino similar y en resumen podemos decir que cada autor adopta una propia sin que hasta nuestros días exista una estabilidad en este sentido. Con el avance en las técnicas de biología molecular y su aplicación conjunta con los estudios morfológicos, muchos de estos problemas podían tener una solución que de cierta forma mejoraría en gran medida el conocimiento taxonómico sobre este género.

7.2. ECOLOGÍA

Los diferentes tipos de vegetación donde se desarrollan los hongos, permite entender mejor las diferencias o similitudes ecológicas que se presentan entre los taxa, especialmente en el caso del género *Russula* donde casi todas sus especies forman una asociación ectomicorrízica con diferentes especies de plantas. De manera general se puede señalar que el PNLM se encuentra dominado por bosques de coníferas y sólo en algunos sitios localizados se pueden encontrar bosques dominados por latifoliadas. Por lo tanto, la mayoría de las especies estudiadas se encontraron asociadas a coníferas y en el caso particular del PNLM a especies del género *Pinus* y *Abies religiosa*. Como se mostró en el Tabla 7, la mayor diversidad de especies se encontró creciendo bajo *Pinus*, encontrándose 13 especies exclusivas asociadas a esta coníferas, 8 especies asociadas con *A. religiosa*, y 2 tanto con *Pinus* como con *Abies*. Con respecto a los bosques de latifoliadas, sólo se recolectaron 4 especies asociadas con *Quercus*. De 5 especies no fue posible la determinación del hospedero potencial debido a que el material fue recolectado en rodales mixtos de coníferas y/o latifoliadas.

7.2.1. Bosque de *Abies religiosa*

Los bosques de *Abies religiosa* a menudo se encuentran en lugares protegidos, como hondonadas, laderas con pendiente, barrancas o cañadas, formando un hábitat más sombrío y humedad en comparación con los bosques de *Pinus*. Este ambiente propicia que durante la época de lluvias se desarrollen abundantes estructuras reproductivas de hongos. En estos bosques las especies más frecuentes fueron *R. americana* (sección *Firmae*), *R. cf. atrorubens* (*Russula*), *R. cf. griseascens* (*Russula*), *R. murrillii* (*Lilaceae*) *Russula* sp. 2 (*Tenellae*) y *R. olivacea* (*Alutaceae*). Con menor frecuencia se recolectó a *R. brevipes* (*Plorantes*) y *R. cf. abietina* (*Tenellae*). Estas 8 especies crecen exclusivamente en asociación con *Abies religiosa*. *R. acrifolia* (*Compactae*) y *R. romagnesianae* (*Plorantes*) también son dos especies frecuentes en los bosques de *Abies* y tienen la capacidad de asociarse igualmente con árboles del género *Pinus*.

Desde el punto de vista de la abundancia de basidiomas, es en este tipo de vegetación donde se presentó la mayor abundancia ya que al menos *R. americana*, *R. cf. atrorubens*, *R. cf. griseascens*, *Russula* sp. 2, *R. olivacea* y *R. acrifolia*, producen na gran cantidad de basidiomas con respecto a otras especies que crecen en el mismo hábitat o en otro tipo de vegetación (bosques de *Pinus*).

Dentro de las implicaciones taxonómicas, tenemos el ejemplo de *R. americana* y *R. sanguinaria*. Ambas especies son similares y la única diferencia morfológica se presenta en el tamaño de las basidiosporas, grandes en *R. americana* y más pequeñas en *R. sanguinaria*. Sin embargo, en el campo estas diferencias no son observables, y en este caso el hábitat es importante para distinguirlas, *R. americana* siempre crece asociada con *Abies* y *R. sanguinaria* con *Pinus*. Esto mismo sucede con *R. delica* y *R. brevipes*, ya que éstas dos especies son fenotípicamente similares, pero al menos para el caso del PNLM, *R. delica* siempre creció asociada con *Pinus* y *R. brevipes* con *Abies*. Este último ejemplo sólo se aplica para la región de estudio debido a que en otras áreas del país, se ha observado crecer a *R. brevipes* bajo *Pinus*.

7.2.2. Bosque de *Pinus*

El bosque de *Pinus* es el tipo de vegetación predominante dentro del PNLM. Existen algunas variantes de este bosque, dependiendo de la especie dominante, altitud, pendiente, exposición, etc. Sin embargo, durante el estudio no se realizó ninguna diferenciación con respecto a algún tipo de ambiente dominado por alguna especie de *Pinus* en particular. Las especies que se recolectaron con mayor frecuencia en asociación con este tipo de bosque fueron: *R. delica* (sección *Plorantes*), *R. cf. granulata* (*Ingratae*) *R. occidentalis* (*Lilaceae*), *R. cf. puellaris* (*Tenellae*), *R. cf. integra* (*Russulinae*), *R. cf. xerampelina* (*Viridantes*), *R. basifurcata* (*Heterophyllae*), y con menor frecuencia a *R. cf. luteotacta* (*Firmae*), *R. cf. drimeia* (*Firmae*), *R. sanguinaria* (*Firmae*), *R. albonigra* (*Compactae*), *Russula* sp. 1 (*Fistulosae*) y *R. aff. krombholzii* (*Russula*). Además de estas 13 especies, *R. romagnesiana* y *R. acrifolia* también se asocian con *Pinus*, sin embargo, estas dos especies tiene la capacidad de asociarse de igual forma con *Abies*.

En este tipo de vegetación fue donde se encontraron un mayor número de especies, sin embargo, a diferencia del bosque de *Abies*, aquí la producción de basidiomas es relativamente más baja, esto probablemente se deba a que en los bosques de *Pinus* del PNLM son comunidades más abiertas, con respecto a los bosques de *Abies*, y por lo tanto, la insolación y evaporación del agua es mayor, lo que probablemente repercute en la poca producción de grandes cantidades de basidiomas de las especies encontradas en este tipo de vegetación. De las observaciones hechas en campo durante la realización de este trabajo, se observó que *R. delica* y *R. cf. granulata* fueron las dos especies que produjeron una mayor cantidad de basidiomas con respecto a las otras especies recolectadas en este tipo de bosque.

7.2.3. Bosque de *Quercus*

Los bosques de encino dentro del PNLM se pueden considerar relictos de las actividades antropocéntricas realizadas dentro de la región. Generalmente se encuentran por debajo de los 3000 m snm y a esta altitud es donde se encuentran los límites entre las áreas agrícolas y

forestales. Por lo tanto, los relictos del bosque de *Quercus* a menudo se desarrollan dentro de pequeñas barrancas donde no es posible realizar actividades agrícolas o se presentan en forma de galerías o como árboles aislados entre los límites de un terreno agrícola y otro. A pesar de su actual condición, este tipo de vegetación fue explorada de manera preliminar para detectar la presencia de especies del género *Russula* dentro del PNLM. Se observaron y recolectaron 4 especies: *R. cf. densifolia* f. *fragrans* (sección *Compactae*), *R. aff. pectinatoides* (*Ingratae*), *R. cf. cyanoxantha* (*Heterophyllae*) y *Russula* sp. 3 (*Tenellae*). Como ya se mencionó, estas especies no fueron estudiadas debido a que su estudio fue superficial, sólo se recolectaron algunos ejemplares y se les tomaron escasos datos en fresco. No obstante, fueron los necesarios para ubicarlos dentro de un taxón en particular, pero no los suficientes para realizar una determinación precisa.

El bosque de encino es el tipo de vegetación donde se ha encontrado la mayor diversidad de especies del género *Russula* dentro del estado de Tlaxcala. Cuando se realicen futuras exploraciones en este tipo de vegetación, existe la posibilidad de aumentar en gran medida el número de especies conocidas para el PNLM.

7.2.4. Otro tipo de hospederos

Alnus jorullensis es un elemento importante dentro de los bosques de *Pinus* del PNLM, y en ocasiones llega a ser codominante o formar rodales casi puros. Aunque las especies de *Salix* se encuentran en menor proporción, también llegan a ser abundantes, sobre todo en los bosques dominados por *Abies religiosa*. Varias especies de ambos géneros forman ectomicorriza con algunos taxa del género *Russula* (ROMAGNESI, 1967; SINGER, 1986; BON 1988). Durante el transcurso del trabajo no fueron observadas ni detectadas especies en asociación directa con estas plantas. Esto no significa que no existan, debido a que no se realizaron las observaciones detalladas y necesarias para poder detectar la presencia o asociación de las especies que potencialmente pudieran realizarlo y no se descarta esta posibilidad.

7.3. ETNOMICOLOGÍA

El género *Russula* contiene diversas especies útiles desde el punto de vista alimentario (HÄRKÖNEN *et al.*, 1993). En el estado de Tlaxcala, la mayor diversidad de especies comestibles del género *Russula* se ha observado en la región central (Bloque Tlaxcala), particularmente en los bosques de encino, donde los hongueros llaman en términos generales “pastelitos” para todas las especies de *Russula*, y “hongo de encino”, “coloraditos” o “moraditos” para ciertas especies en particular (MONTÓYA, 1997). Para el PNLM, se encontró que las únicas especies consideradas como comestible son *R. brevipes*, *R. delicata* y *R. romagnesianae*. Se comprobó que en particular *R. delicata* frecuentemente es recolectada y consumida por gente de Francisco Javier Mina (Municipio de Trinidad Sánchez Santos) y de San Isidro Buen Suceso (Municipio de San Pablo del Monte). No obstante, es casi seguro que varios hongueros de otras poblaciones aledañas al PNLM también la recolecten y consuman. En el poblado de Francisco Javier Mina se hace una distinción entre *R. delicata* y las otras dos especies (*R. brevipes* y *R. romagnesianae*), ya que consideran a *R. delicata* como la especie comestible y a las otras dos como no comestibles. Esta

Discusión General

distinción la realizan principalmente con base en algunos aspectos ecológicos y morfológicos de las especies, como el lugar de crecimiento o tipo de vegetación y la consistencia y olor de los basidiomas, señalando que *R. delica* generalmente crece bajo los ocotes (*Pinus*), tiene una consistencia dura y un olor agradable, mientras que las otras dos especies (*R. brevipes* y *R. romagnesiana*) a menudo se encuentran bajo el oyamel (*Abies*), tienen una consistencia más blanda y el olor no es tan agradable como en *R. delica*. Al revisar ejemplares comprados en los mercados de Tlaxcala y recolectados por hongueros de la región del Volcán La Malinche, se ha comprobado que la mayoría corresponden con *R. delica* y son pocos los que pertenecen a *R. brevipes* o *R. romagnesiana*.

8 CONCLUSIONES

El género *Russula* se encuentra representado por 32 especies que se desarrollan en asociación con los bosques del PNLM. Las secciones del género mejor representadas fueron *Firmae*, *Tenellae* y *Plorantes*, con 5, 5, y 4 especies respectivamente, lo que representa aproximadamente 44% de las especies reconocidas. Al menos el 15% son nuevas especies para la ciencia y destaca la presencia de la sección *Fistulosae* con una especie que tiene afinidades con especies de África tropical.

Los caracteres morfológicos utilizados para la ubicación y determinación taxonómica de las especies del género *Russula* siguen siendo los mismos que se han empleado en los últimos años y han sido pocos los avances en cuanto a la exploración de nuevos caracteres morfoanatómicos que potencialmente pudieran ser útiles para la taxonomía del género, p. ej. el estudio de los basidios.

La determinación de las especies se basó tanto en las descripciones y claves presentadas en la literatura especializada como en la comparación de los materiales estudiados con algunos tipos o ejemplares de referencia. Sin embargo, aunque estos últimos son los que mayor confiabilidad dan a las determinaciones, no fue posible la comparación de todo el material del PNLM con especímenes de otras regiones.

Aproximadamente el 45% de las especies reconocidas dentro PNLM presenta una amplia distribución en el Hemisferio N, cerca del 30% son exclusivas de NA, un 10% se comparten con Europa pero no con NA y al menos el 15 % son potencialmente endémicas del centro de México.

Con respecto al tipo de vegetación y hospedero con que se encuentran asociadas las especies del género, tenemos que en los bosques de *Pinus* del PNLM presentó la mayor diversidad, con 13 especies que representan el 40.6%, seguidas del bosque de *Abies*, con 8 especies que representan el 25%. El bosque de *Quercus* no fue explorado de manera intensiva o sistemática, sin embargo, se encontraron 4 especies que representaron el 12.5%. Hasta el momento se desconoce el hospedero potencial de 5 especies (15.6%). *R. acrifolia* y *R. romagnesianana* fueron las únicas especies que tienen la capacidad de asociarse tanto con *Pinus* como con *Abies*.

No obstante que el bosque de *Pinus* presentó la mayor diversidad de especies, en este tipo de vegetación la producción de basidiomas es relativamente más baja en comparación con el bosque de *Abies* donde la mayoría de sus especies producen una gran cantidad de basidiomas. Las especies más representativas del bosque de *Pinus* fueron *Russula delica*, *R. cf. granulata* y *R. cf. xerampelina* y para el bosque de *Abies* fueron *Russula* sp. 2, *R. americana*, *R. cf. griseascens*, *R. cf. atrorubens* y *R. olivacea*.

Finalmente, las únicas especies en que se comprobó su uso como alimento fue *Russula brevipes*, *R. delica* y *R. romagnesianana*, las cuales, son consideradas como hongos de mediana

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conclusiones

calidad, aunque en ocasiones se ha llegado a observar expuestas en grandes cantidades en los mercados locales, en particular *R. delica*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, R. y A. KONG. 1991. *Guía de las excursiones botánicas y micológicas al Cerro El Peñón y Cañada Grande del estado del Tlaxcala. IV Congreso Nacional de Micología. Jardín Botánico Tizatlán, Folleto 8: 1-82. Tlaxcala.*
- ACOSTA, S. y G. GUZMÁN. 1984. Los hongos conocidos en el estado de Zacatecas (México). *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 125-158.
- Anónimo. 1986. *Síntesis Geográfica de Tlaxcala*. INEGI, México D.F.
- Anónimo. 1987. *Anexo Cartográfico del Estado de Tlaxcala*. INEGI, México D.F.
- Anónimo. 1996. *Espaciomapa. Tlaxcala*. INEGI, México D.F.
- AROCHE, R.M., J. CIFUENTES, F. LOREA, P. FUENTES, J. BONAVIDES, H. GALICIA, E. MENÉNDEZ, O. AGUILAR y V. VALENZUELA. 1984. Macromicetos tóxicos y comestibles de una región comunal del Valle de México. I. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 291-318.
- AYALA, N. y G. GUZMÁN. 1984. Los hongos de la Península de Baja California. I. Las especies conocidas. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 73-91.
- BAS, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph of its section *Lepidella*. *Persoonia* **5**: 285-579.
- BILLS, G.F. 1984. Southern Appalachian Russulas. II. *Mycotaxon* **21**: 491-517.
- BILLS, G.F. 1986. *Russula vesicatoria* and *Russula angustispora* sp. nov., two confusing species of *Russula* subsection *Lactarioideae*. *Mycotaxon* **25**: 607-620.
- BILLS, G.F. y O.K. MILLER. 1984. Southern Appalachian Russulas. I. *Mycologia* **76**: 975-1002.
- BILLS, G.F. y D.N. PEGLER. 1988. *Russula grossa* (Russulaceae), a member of subsection *Ochricompectae*. *Kew Bull.* **43**: 703-705.
- BLUM, J. 1962. *Les Russules*. Éditions Paul Lechevalier, Paris.
- BLUM, J. y R. HEIM 1970. Première étude préliminaire de Quelques Russules du Mexique. *Rev. Mycol.* **35**: 57-69.
- BON, M. 1971. Etudes microscopiques: le genre *Russula*. *Doc. Mycol.* **1**(2): 1-12.
- BON, M. 1988. Clé monographique des russules d'Europe. *Doc. Mycol.* **18**(70-71): 1-120.
- BRUNDRETT, M., N. BOUGHER, B. DELL, T. GROVE y N. MALAJCZUK. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Center of International Agricultural Research. 374 p.
- BUZACKI, D. 1989. *New Generation Guide to the Fungi of Britain and Europe*. University of Texas Press, Austin.
- BURLINGHAM, G.S. 1913. The Lactariaceae of the Pacific Coast. *Mycologia* **5**: 305-311.
- BURLINGHAM, G.S. 1915. *Russula*. *North American Flora* **9**: 201-236.
- BURLINGHAM, G.S. 1918. New species of *Russula* from Massachusetts. *Mycologia* **10**: 93-96.
- BURLINGHAM, G.S. 1924. Notes on species of *Russula*. *Mycologia* **16**: 16-23.
- BUYCK, B. 1989. Etudes microscopiques de Russules tropicales: *Mimeticinae* subsectio nov. *Mycotaxon* **35**: 55-63.
- BUYCK, B. 1990a. Nouveaux taxons infragénériques dans le genre *Russula* Persoon en Afrique centrale. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* **60**: 191-211.
- BUYCK, B. 1990b. New taxa of tropical *Russulae*: *Pseudoepitheliosinae* subsect. nov. *Mycotaxon* **39**: 317-327.

- BUYCK, B. 1991a. The study of microscopic features in *Russula*. 1. Spores and Basidia. *Russulales Newsletter* 1: 8-26.
- BUYCK, B. 1991b. The study of microscopic features in *Russula*. 2. Sterile cells of the hymenium. *Russulales News* 1: 62-85.
- BUYCK, B. 1992. Checklist of tropical *Russulae* and their type specimens. *Russulales News Spec. Issue* 1: 1-99.
- BUYCK, B. 1993. *Russula* 1 (Russulaceae). In : RAMMELOO, J. y P. HEINEMANN (eds.). *Flore Illustrée des Champignons d'Afrique Centrale*. Fascicule 15: 337-407. Ministère de l'Agriculture, Jardin Botanique national de Belgique.
- BUYCK, B. 1994. *Russula* 2 (Russulaceae). In : Rammeloo, J. y P. Heinemann (eds.). *Flore Illustrée des Champignons d'Afrique Centrale*. Fascicule 16: 411-542. Ministère de l'Agriculture, Jardin Botanique national de Belgique.
- CASTILLO, J., J. GARCÍA y F.E. SAN MARTÍN. 1979. Algunos datos sobre la distribución ecológica de los hongos, principalmente los macromicetos, en el centro del estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 229-237.
- CHACÓN, S. 1995. Nuevos registros de Agaricales (Fungi) de México. *Acta Bot. Mex.* 30: 9-12.
- CHACÓN, S., G. GUZMÁN, L. MONTOYA y V.M. BANDALA. 1995. *Guía ilustrada de los hongos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y áreas circunvecinas*. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa.
- CIFUENTES, J., M. VILLEGAS y L. PÉREZ-RAMÍREZ. 1986. Hongos. In: LOT, A y F. CHIANG (comps.). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México D.F.
- CIFUENTES, J., M. VILLEGAS y L. PÉREZ-RAMÍREZ. 1993. Hongos macroscópicos. In: LUNA VEGA, I. y J. LLORENTE BOUSQUETS (eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemí, Chilpancingo, Guerrero, México*: 59-126. CONABIO-UNAM, México D.F.
- CIFUENTES, J., M. VILLEGAS, L. PÉREZ-RAMÍREZ, M. BULNES, V. CORONA, M. de R. GONZÁLEZ, I. JIMÉNEZ, A. POMPA y G. VARGAS. 1990. Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de Los Azufres, Michoacán. *Rev. Mex. Mic.* 6: 133-149.
- CRAWSHAY, R. 1930. *The spore ornamentation of the Russulas*. Londres.
- Diario Oficial de la Federación. 1938. Tomo CX, Núm. 30. Departamento Forestal y de Caza y Pesca..
- DÍAZ-BARRIGA, H., F. GUEVARA-FEFER y R. VALENZUELA. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Bot. Mex.* 2: 21-44.
- DONK, M.A. 1971. Progress in the study of the classification of the higher Basidiomycetes. In: PETERSEN, R.H. (ed.). *Evolution in the Higher Basidiomycetes*. The University of Tennessee Press, Knoxville. p. 3-25.
- ERN, H. 1976. Descripción de la vegetación montañosa en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala. *Willdenowia* 10: 1-128.
- ESTRADA-TORRES, A., A. KONG, A. MONTOYA y G. SANTIAGO MARTÍNEZ. 1991. *Listado preliminar de la micobiota del estado de Tlaxcala*. Jardín Botánico Tizatlán, Folleto 12: 45-79. Tlaxcala.
- ESTRADA-TORRES, A. y R.M. AROCHE. 1987. Acervo etnomicológico en tres localidades del Municipio de Acambay, Estado de México. *Rev. Mex. Mic.* 3: 109-131.
- FRIES, E. 1821. *Systema Mycologicum*. Vol. 1. Greifswald.
- FRIES, E. 1838. *Epierisis Systematis Mycologici*. Typographia Academica, Upsaliae.
- FRIES, E. 1874. *Hymenomyces Europaei*. Ed. Berlingiana, Uppsala.

- FRUTIS, I. y G. GUZMÁN. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **18**: 219-265.
- FRUTIS, I., R.E. CHIO y A. ESTRADA-TORRES. 1985. Nuevos registros de macromicetos del Estado de México. *Rev. Mex. Mic.* **1**: 285-300.
- GÁNDARA, G. 1929-1931. Nota acerca del hongo mexicano llamado "el enchilado". Mem. Soc. Antonio Alzate 52: 253-257.
- GARCÍA, E. 1987. *Modificación al sistema de clasificación climática de KÖPPEN*. Enriqueta García de Miranda, 4ª ed., México D.F. 217 p.
- GARCÍA, J., D. PEDRAZA, C.I. SILVA, R.L. ANDRADE y J. CASTILLO. 1998. *Hongos del estado de Querétaro*. Universidad Autónoma del Querétaro, Santiago de Querétaro. 263 p.
- GARZA, F. 1986. Hongos ectomicorrícicos en el estado de Nuevo León. *Rev. Mex. Mic.* **2**: 197-205.
- GARZA, F., J. GARCÍA y J. CASTILLO. 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rhysophylla* en algunas localidades del centro del estado de Nuevo León. *Rev. Mex. Mic.* **1**: 423-437.
- GISPERT, M., O. NAVA y J. CIFUENTES. 1984. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos de dos comunidades de la Sierra del Ajusco. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 253-273.
- GONZÁLEZ-ELIZONDO, M. 1991. Ethnobotany of the Southern Tepehuan of Durango, Mexico: I. Edible mushrooms. *J. Ethnobiol.* **11**: 165-173.
- GONZÁLEZ-FUENTES, I. 1987. *Los hongos del estado de Tlaxcala. Contribución al conocimiento de la micoflora regional*. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, Tlalnepantla, Estado de México.
- GUEVARA, G., J. GARCÍA, J. CASTILLO y O.K. MILLER. 1987. New records of *Lactarius* in Mexico. *Mycotaxon* **30**: 157-176.
- GUZMÁN, G. 1958. Notas sobre algunos hongos superiores del Valle de México. *Yolilizili* (Rev. Sem. Est. Biols., Esc. Nal. Cienc. Biol.) **1**: 6-12.
- GUZMÁN, G. 1959. Sinopsis de los conocimientos sobre los hongos alucinógenos mexicanos. *Bol. Soc. Bot. Mex.* **24**: 14-34.
- GUZMÁN, G. 1961. Notas sobre algunas especies de agaricáceos no citadas en México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.* **10**: 23-38.
- GUZMÁN, G. 1966. Hongos (macromicetos) comunes en la ruta Amecameca-Tlamacas (Volcán Popocatepetl), México. *Guías de Excursiones, III Congreso Mexicano de Botánica*. México D.F.
- GUZMÁN, G. 1972. Algunos macromicetos, líquenes y mixomicetos importantes en la zona del Volcán Popocatepetl (Amecameca-Tlamacas, México). *Guías Botánicas de Excursiones en México, I Congreso Latinoamericano de Botánica y V Congreso Mexicano de Botánica*. México D.F.
- GUZMÁN, G. 1975. Hongos mexicanos (macromicetos) en los Herbarios del extranjero. III. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **9**: 85-102.
- GUZMÁN, G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. Limusa, México D.F.
- GUZMÁN, G. 1978. *Hongos*. Limusa, México D.F.
- GUZMÁN, G. 1988. Dos nuevas especies de *Macowanites* en México. *Rev. Mex. Mic.* **4**: 115-121.
- GUZMÁN, G. 1997. *Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina*. Instituto de Ecología, A.C. - Conabio, Xalapa.

Literatura Citada

- GUZMÁN, G. y D.A. GARCÍA SAUCEDO. 1973. Macromicetos del estado de Jalisco, I: Consideraciones generales y distribución de las especies conocidas. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 129-143.
- GUZMÁN, G. y L. GUZMÁN-DÁVALOS. 1984. Nuevos registros de hongos en el estado de Veracruz. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 221-244.
- GUZMÁN, G. y L. VILLARREAL. 1984. Estudio sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I: Introducción a la mico-flora de la región. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 107-124.
- GUZMÁN, G., R.G. WASSON y T. HERRERA. 1975. Una iglesia dedicada al culto de un hongo, "Nuestro Señor del Honguito", en Chignahuapan, Puebla. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 9: 137-147.
- GUZMÁN-DÁVALOS, L. y G. GUZMÁN. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del Sureste de México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 89-125.
- HÄRKÖNEN, M., B. BUYCK, T. SAARIMÄKI y L. MWASUMBI. 1993. Tanzanian mushrooms and their uses I. *Russula. Karstenia* 33: 11-50.
- HAWKSWORTH, D.L., P.M. KIRK, B.C. SUTTON y D.N. PEGLER. 1995. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford.
- HEIM, R. 1937a. Observations sur la flore mycologique malgache. V. Les Lactario-Russulés à anneau: Ontogénie et Phylogénie. *Rev. Mycol.* 2: 61-75.
- HEIM, R. 1937b. Observations sur la flore mycologique malgache. V. Les Lactario-Russulés à anneau: Ontogénie et Phylogénie. *Rev. Mycol.* 2: 109-117.
- HEIM, R. 1938. *Les Lactario-russulés du domaine oriental de Madagascar, un essai sur la classification et la phylogénie des Asterosporales*. Prodrôme à une Flore mycologique de Madagascar et dépendances, 1. Paris.
- HEIM, R. 1975. The interrelationships between the Agaricales and Gasteromycetes. In: Petersen, R.H. (ed.). *Evolution in the Higher Basidiomycetes*. The University of Tennessee Press, Knoxville. p. 505-534.
- HEREDIA, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Bot. Mex.* 7: 1-18.
- HERRERA, T. y G. GUZMÁN. 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *An. Inst. Biol. Mex.* 32: 33-135.
- HESLER, L.R. 1961. A study of *Russula* types, II. *Mycologia* 53: 605-625.
- HOLMGREN, P.K. y N.H. HOLMGREN. 1995. Additions to Index Herbariorum (Herbaria), Edition 8-Fourth Series. *Taxon* 44: 251-266.
- KENDRICK, B. 1994. Evolution in action: from mushrooms to truffles? (part 1-2). *Mcllvainea* 11(2): 34-47.
- KIBBY, G. 1993. *An illustrated guide to mushrooms and other fungi of North America*. Longmeadow Press, Dragon's World Ltd, Limpsfield.
- KIBBY, G. y R. FATTO. 1990. *Key to the species of Russula in Northeastern North America*. 3rd. ed. Kibby-Fatto Enterprises. Somerville.
- KIRK, P.M. y A.E. ANSELL. 1992. *Authors of Fungal Names*. CAB International, Wallingford.
- KOBAYASHI, Y. 1979. Mycological survey of Mexican volcano Popocatepetl (II). *J. Jap. Bot.* 54: 86-94.
- KONG, A. 1998. Ectomycorrhizal Agaricales of Tlaxcala, México. *Mcllvainea* 13(2): 13-24.
- KONG, A. y A. ESTRADA TORRES. 1994. 1994. A new species of *Lactarius* from Mexico. *Mycotaxon* 52(2): 443-466.

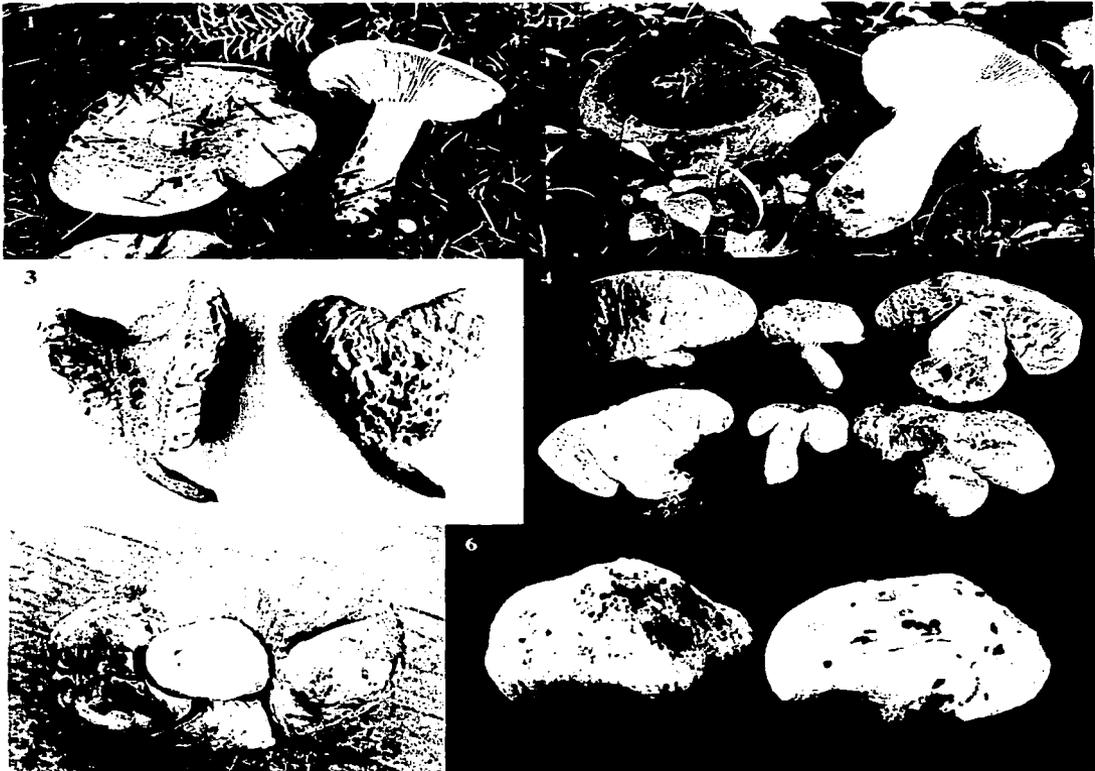
- KONG, A., A. MONTOYA y A. ESTRADA-TORRES. 2002. *Russula herrerae*, a new species with marginal veil from Mexico. *Mycologia* **92**(2): 290-296.
- KORNERUP, A. y J.H. WANSCHER. 1978. *Methuen Handbook of Color*. Methuen, Londres.
- KÜHNER, R. 1980. Les Hyménomycètes Agaricoides. Etudé Générale et Classification. *Bull. Soc. Linn. Lyon* **49**, numero soécial, Lyon.
- KÜPPERS, H. 1979. *Atlas de los colores*. Blume, Barcelona.
- LAFERRIÈRE, J.E. y R.L. GILBERTSON. 1992. Fungi of Nabogame, Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon* **44**: 73-87.
- LABEL, T. y J.M. TRAPPE. 2000. Type studies of sequestrate Russulales. I. Generic type species. *Mycologia* **92**: 1188-1205.
- LANGE, J.L. 1940. *Flora Agaricina Danica*. 5. Copenhagen.
- LARGENT, D.L., D. JOHNSON y R. WATLING. 1977. *How to identify mushrooms to genus III. Microscopic features*. Mad River Press, Eureka.
- LEÓN, G. DE L. y G. GUZMÁN. 1980. Las especies de hongos micorrízicos conocidas en la región de Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **14**: 27-38.
- LÓPEZ, E., V.M. MORA, E. MONTIEL y G. GUZMÁN. 1985. Nuevos registros de los Agaricales del estado de Morelos. *Rev. Mex. Mic.* **1**: 269-284.
- MALENCHON, G. 1931. *La Serie des Asterosporés*. Trav. crypt. dedies a Louis Mangin.: 377-396.
- MALLOCH, D.W., K.A. PIROZYNSKI y P.H. RAVEN. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (A Review). *Proc. Natl. Acad. Sci.* **77**: 2113-2118.
- MAPES, C., G. GUZMÁN y J. CABALLERO. 1981. *Etnomicología purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la Cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Serie Etnociencia 2. Dirección General de Culturas Populares (S.E.P.) y Sociedad Mexicana de Micología A.C., México D.F.
- MARTÍNEZ-ALFARO, M.A., E. PÉREZ-SILVA y E. AGUIRRE-ACOSTA. 1983. Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **18**: 51-63.
- MELZER, V. 1934. Contribution à l'étude microscopique des Russules. *Bull. Soc. Myc. Fr.* **50**: 218-225.
- MILLER, S.L. 1988. A systematic evaluation of basidiospore symetry and tegumentation in hypogeous and gastroid Russulales. *Can. J. Bot.* **66**: 2561-2573.
- MILLER, S.L. y B. BUYCK. 2002. Molecular phylogeny of the genus *Russula* in Europe with a comparison of modern infrageneric classifications. *Mycol. Res.* **106**: 259-276.
- MILLER, S.L., T.M. MCCLEAN, J.F. WALKER y B. BUYCK. 2001. A molecular phylogeny of the Russulales including agaricoid, gasteroid and pleurotoid taxa. *Mycologia* **93**: 344-354.
- MOLINA, R., H. MASSICOTTE y J.M. TRAPPE. 1992. Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis: community-ecological consequences and practical implications. In: ALLEN, M.F. *Mycorrhizal Functioning*. Chapman & Hall, Londres.
- MONTOYA, A. 1997. Entomología en la comunidad de San Francisco Temezontla, estado de Tlaxcala. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- MONTOYA, A., O. HERNÁNDEZ-TOTOMOCH, A. ESTRADA-TORRES y A. KONG. 2000. *Recetas tradicionales para cocinar hongos silvestres*. Fundación Produce Tlaxcala, Folleto técnico No. 20: 1-18.

- MONTOYA, A., A. ESTRADA-TORRES, A. KONG y L. JUÁREZ-SÁNCHEZ. 2001. Commercialization of wild mushrooms during market days of Tlaxcala, México. *Micología Aplicada Internacional* **13**(1): 31-40.
- MONTOYA, L. y V.M. BANDALA. 1996. New and interesting species of *Lactarius* from Mexico including scanning electron microscope observations. *Mycotaxon*. **57**: 411-424.
- MONTOYA, L., G. GUZMÁN y V.M. BANDALA. 1990. New records of *Lactarius* from Mexico and discusión of the known species. *Mycotaxon* **38**: 349-365.
- MONTOYA, L., V.M. BANDALA, N. AYALA y G. MORENO. 1998a. Studies on *Lactarius* from Mexico: first report of *L. rufulus*. *Doc. Mycol.* **23**: 29-32.
- MONTOYA, L., V.M. BANDALA, S. HERRERA y J. ORTIZ. 1998b. An interesting record of *Lactarius* from the Gulf and Caribe. *Zeit. Mykol.* **64**: 91-96.
- MONTOYA, L., V.M. BANDALA y G. MORENO. 1998c. Studies of *Lactarius* from Mexico: a new species in subgenus *Piperites*. *Persoonia* **17**: 127-134.
- MORENO-FUENTES, A., E. AGUIRRE-ACOSTA, M. VILLEGAS y J. CIFUENTES. 1994. Estudio fungístico de los macromicetos en el Municipio de Bocoyna, Chihuahua, México. *Rev. Mex. Mic.* **10**: 63-76.
- MOSER, M. 1983. *Keys to Agarics and Boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)*. Roger Phillips, London.
- MUNSELL COLOR. 1975. *Munsell soil color charts*. 1975 ed., MacBeth Div., Baltimore.
- MUNSELL COLOR. 1992. *Munsell soil color charts*. 1992 ed., MacBeth Div., Baltimore.
- MURRILL, W.A. 1911. The Agaricaceae of Tropical North America. *Mycologia* **3**: 23-36.
- MURRILL, W.A. 1939. Oligocene Island Fungi. *Bull. Torrey Bot. Club* **66**: 151-160.
- MURRILL, W.A. 1940. Additions to Florida Fungi-II. *Bull. Torrey Bot. Club* **67**: 57-66.
- NAVA, R. y R. VALENZUELA. 1997. Los macromicetos de la sierra de Nanchititla, I. *Polibotánica* **5**: 21--36.
- PARDAVÉ, M. 1992. *Hongos comestibles del estado de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- PEGLER, D.N. 1983. Agaric flora of the Lesser Antilles. *Kew Bull. Add. Ser.* **9**: 1-668.
- PEGLER, D.N. y SINGER, R. 1980. New taxa of *Russula* in the Lesser Antilles. *Mycotaxon* **12**: 92-96.
- PEGLER, D.N. y T.W.K. YOUNG. 1979. The gasteroid Russulales. *Trans. Brit. Myc. Soc.* **72**: 353-388.
- PEGLER, D.N. y T.W.K. YOUNG. 1981. Russulaceae. *World Pollen and Spore Flora* **10**: 1-35.
- PELLICER-GONZÁLEZ, E., D. MARTÍNEZ-CARRERA, M. SÁNCHEZ, M. ALIPHAT and A. ESTRADA-TORRES. 2002. Rural management and marketing of wild Edible mushrooms in Mexico. In: SÁNCHEZ, J.E., G. HUERTA and E. MONTIEL (eds). *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Proceedings of the Fourth International Conference, Cuernavaca. p. 433-443.
- PÉREZ-SILVA, E. 1969. Hongos de Guanajuato, I. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.* **40**: 93-64.
- PÉREZ-SILVA, E. y E. AGUIRRE-ACOSTA. 1985. Micoflora del estado de Durango, México. *Rev. Mex. Mic.* **1**: 315-329.
- PERSOON, C.H. 1796. *Observationes Mycologicae, Sue, Descriptiones tam novorum quam notabilium fungorum*. Wolf, Lipsiae.
- PHILLIPS, R. 1991. *Mushrooms of North America*. Little, Brown & Company, Toronto.
- POLACO, O.J., G. GUZMÁN, L. GUZMÁN-DÁVALOS y T. ÁLVAREZ. 1982. Micofagia en la rata montera *Neotoma mexicana* (Mammalia, Rodentia). *Bol. Soc. Mex. Mic.* **17**: 114-119.

- QUINTOS, M., L. VARELA y M. VALDÉS. 1984. Contribución al estudio de los macromicetos, principalmente los ectomicorrizicos en el estado de Durango. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 283-290.
- QUIÑÓNEZ, M., F. GARZA, J.R. MENDOZA, J. GARCÍA, J. SÁENZ y H.R. BOLAÑOS. 1999. *Guía de hongos de la región de Bosque Modelo Chihuahua*. Universidad Autónoma de Chihuahua - Universidad Autónoma de Nuevo León - Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria - Bosque Modelo Chihuahua A.C.
- RAYNER, R.W. 1969. Key to *Russula*-Part II. *Bull. Br. Mycol. Soc.* **3**: 89-120.
- REYGADAS, F., M. ZAMORA-MARTÍNEZ y J. CIFUENTES. 1995. Conocimiento sobre los hongos silvestres comestibles en las comunidades de Ajusco y Topilejo, D.F. *Rev. Mex. Mic.* **11**: 85-108.
- ROMAGNESI, H. 1967. *Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Bordas, Paris.
- ROMAGNESI, H. 1987. Status et noms nouveaux pour les taxa infragénériques dans le genre *Russula*. *Doc. Mycol* **18**(69): 39-40.
- RODRÍGUEZ-SCHERZER, G. y L. GUZMÁN-DÁVALOS. 1984. Los hongos (macromicetos) de las Reservas de la Biosfera de La Michilía y Mapimí, estado de Durango. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **19**: 159-168.
- RODRÍGUEZ, O., L. GUZMÁN-DÁVALOS y L.S. VÁZQUEZ. 1993. Nuevos registros de hongos para México. *Micol. Neotrop. Apl.* **6**: 61-71.
- RODRÍGUEZ, O., M. GARZA y L. GUZMÁN-DÁVALOS. 1994. Inventario preliminar de los hongos del Volcán de Tequila, estado de Jalisco, México. *Rev. Mex. Mic.* **10**: 103-111.
- RUOTSALAINEN, J. y J. VAURAS. 1990. Finnish records of the genus *Russula*: The new species *R. olivina* and *R. taigarum*. *Karstenia* **30**: 15-26.
- RZEDOWSKY, J. 1977. *La Vegetación de México*. Limusa, México DF.
- SÁNCHEZ-RAMÍREZ, R. 1980. Hongos micorrizicos y su relación con las coníferas de la Meseta Tarasca, Mich. *Ciencia Forestal* **52**: 42-55.
- SANTIAGO, G., A. KONG, A. MONTOYA y A. ESTRADA-TORRES. 1990. Micobiota del estado de Tlaxcala. *Rev. Mex. Mic.* **6**: 227-243.
- SARNARI, M. 1991. *Russula* nuove o interessanti dell'Italia centrale e mediterranea-15 contributo. *Micol. Veg. Medit.* **19**(2): 111-132.
- SCHÄFFER, J. 1952. *Russula*-Monographie. *Die Pilze Mitteleuropas* **3**: 1-296.
- SHAFFER, R.L. 1962. The subsection *Compactae* of *Russula*. *Brittonia* **14**: 254-284.
- SHAFFER, R.L. 1964. The subsection *Lactarioideae* of *Russula*. *Mycologia* **64**: 202-231.
- SHAFFER, R.L. 1972. North American *Russulas* of the subsection *Foetentinae*. *Mycologia* **64**: 1008-1053.
- SHARP, A.J. 1945. Notas acerca de la flora de la región escarpada de la parte noreste del estado de Puebla. *Bol. Biol. (Univ. Puebla)* **11-12**: 29-32.
- SINGER, R. 1932. Monographie der Gattung-*Russula*. *Beih. Bot. Centralbl.* **49**: 205-380.
- SINGER, R. 1935. Sur la classification des *Russules*. *Bull. Soc. Myc. France* **51**: 281-304.
- SINGER, R. 1938. Contribution à l'étude des *Russules*. 3. Quelques *Russules* américaines et asiatiques. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* **54**: 132-177.
- SINGER, R. 1942. Type studies on Basidiomycetes I. *Mycologia* **34**: 64-93.
- SINGER, R. 1943. Type studies on Basidiomycetes II. *Mycologia* **35**: 142-163.
- SINGER, R. 1948. New and interesting species of Basidiomycetes. II. *Pap. Mich. Acad. Sci. Arts Lett.* **32**: 103-150.
- SINGER, R. 1957a. New and interesting species of Basidiomycetes V. *Sydowia* **11**: 141-272.
- SINGER, R. 1957b. Fungi mexicani, series prima, Agaricales. *Sydowia* **11**: 354-374.

- SINGER, R. 1982. Notes on *Russula* taxonomy. I. The *Russulae* of Catalonia. *Collect. Bot.* **13**: 669-700.
- SINGER, R. 1985. Studies on secotiaceous fungi 1. A new species of *Cystangium*. *Mycol. Helv.* **1**(6): 417-425.
- SINGER, R. 1986. *The Agaricales in modern taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- SINGER, R. 1963. Four interesting European *Russulae* of subsections Sardoninae and Urentinae, sect. *Russula*. *Sydowia* **16**: 289-301.
- SINGER, R. 1989. New taxa and new combinations of Agaricales (Diagnoses Fungorum Novorum Agaricalium IV). *Fieldiana: Botany, n.s.*, **21**: 1-133.
- SINGER, R. y A.H. SMITH. 1960. Studies on secotiaceous fungi IX. The Astrogastraceous series. *Mem. Torrey Bot. Club* **21**(3): 1-112.
- SINGER, R., I. ARAUJO y M.H. IVORY. 1983. The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands Especially Central Amazonia. *Beih. Nova Hedwigia* **77**: 1-352.
- SMITH, S.E. y D.J. READ. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd ed. Academic Press, Londres.
- TÉLLEZ-BAÑUELOS, C., L. GUZMÁN-DÁVALOS y G. GUZMÁN. 1988. Contribución al conocimiento de los hongos de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Rev. Mex. Mic.* **4**: 123-130.
- THIERS, H.D. 1984. The secotioid syndrome. *Mycologia* **76**: 1-8.
- VALDÉS, M. Microflora of a coniferous forest of the Mexican basin. *Plant and Soil* **36**: 31-38.
- VALENZUELA, R., G. GUZMÁN y J. CASTILLO. 1981. Descripciones de especies de macromicetos poco conocidas en México, con discusiones sobre su ecología y distribución. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **15**: 67-120.
- VARELA, L. y J. CIFUENTES. 1979. Distribución de algunos macromicetos en el norte del estado de Hidalgo. *Bol. Soc. Mex. Mic.* **13**: 75-88.
- VERBEKEN, A. 1997. *Biodiversity of the genus Lactarius PERS. in tropical Africa*. Part 1. Text. Tesis doctoral. Faculteit der Wetenschappen, Univeriteit Gent.
- VILLARREAL, L. 1987. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (Parte 4). *Rev. Mex. Mic.* **3**: 265-282.
- VILLARREAL, L. y G. GUZMÁN. 1985. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (Parte I). *Rev. Mex. Mic.* **1**: 51-90.
- VILLARREAL, L. y G. GUZMÁN. 1986. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (Parte III). *Rev. Mex. Mic.* **2**: 259-277.
- VILLARREAL, L. y J. PÉREZ-MORENO. 1989. Los hongos comestibles en México, un enfoque integral. *Micol. Neotrop. Apl.* **2**: 77-114.
- WATLING, R. 1995. Assessment of fungal diversity: macromycetes, the problem. *Can. J. Bot.* **77** (Suppl. 1, Sect. A-D): S15-S24.
- WEIDEN, A.L. y G. GUZMÁN. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Bol. Soc. Mex. Mic.* **12**: 59-102.
- WERNER, G. 1988. *Los Suelos en el Estado de Tlaxcala*. Gobierno del Estado de Tlaxcala-Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- ZARCO, J. 1986. Estudio de la distribución ecológica de los hongos (principalmente macromicetos) en el Valle de México, basado en los especímenes depositados en el Herbario ENCB. *Rev. Mex. Mic.* **2**: 41-72.
- ZENTENO, M., W.D. YERKES y J.S. NIEDERHAUSER. 1955. *Primera lista de hongos de México*. Oficina de Estudios Especiales, SAG. Folleto Técnico 14, México D.F.

10
FIGURAS



Figuras 1-6. Estructuras reproductivas en la familia Russulaceae. 1-2. Géneros agaricoides. 1. *Lactarius*. 2. *Russula*. 3-5. Géneros secotioides. 3. *Arcangeliella*. 4. *Cystangium*. 5. *Macowanites*. 6. Género gasteroide: *Gymomyces*.

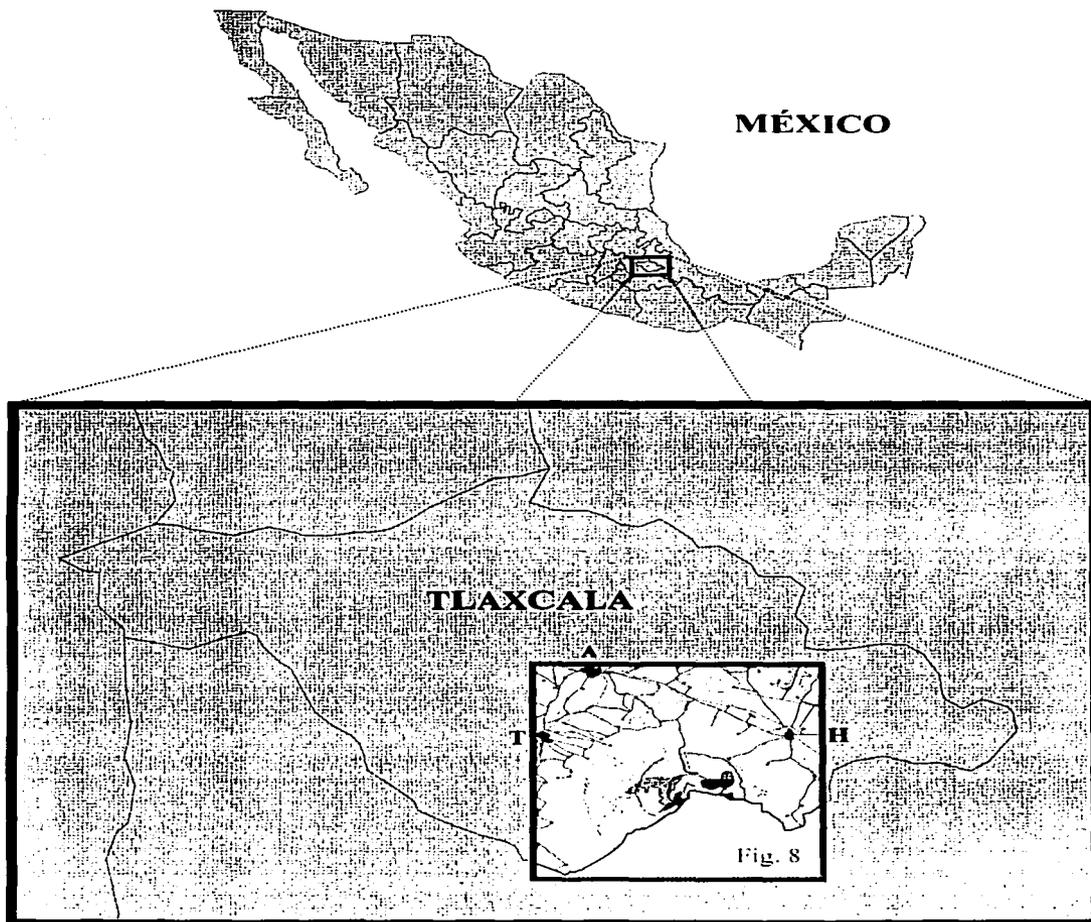


Figura 7. Ubicación del Parque Nacional La Malinche en el estado de Tlaxcala. A: Apizaco, H: Huamantla, T: Tlaxcala. Para mayor detalle ver Fig. 8 y 9.

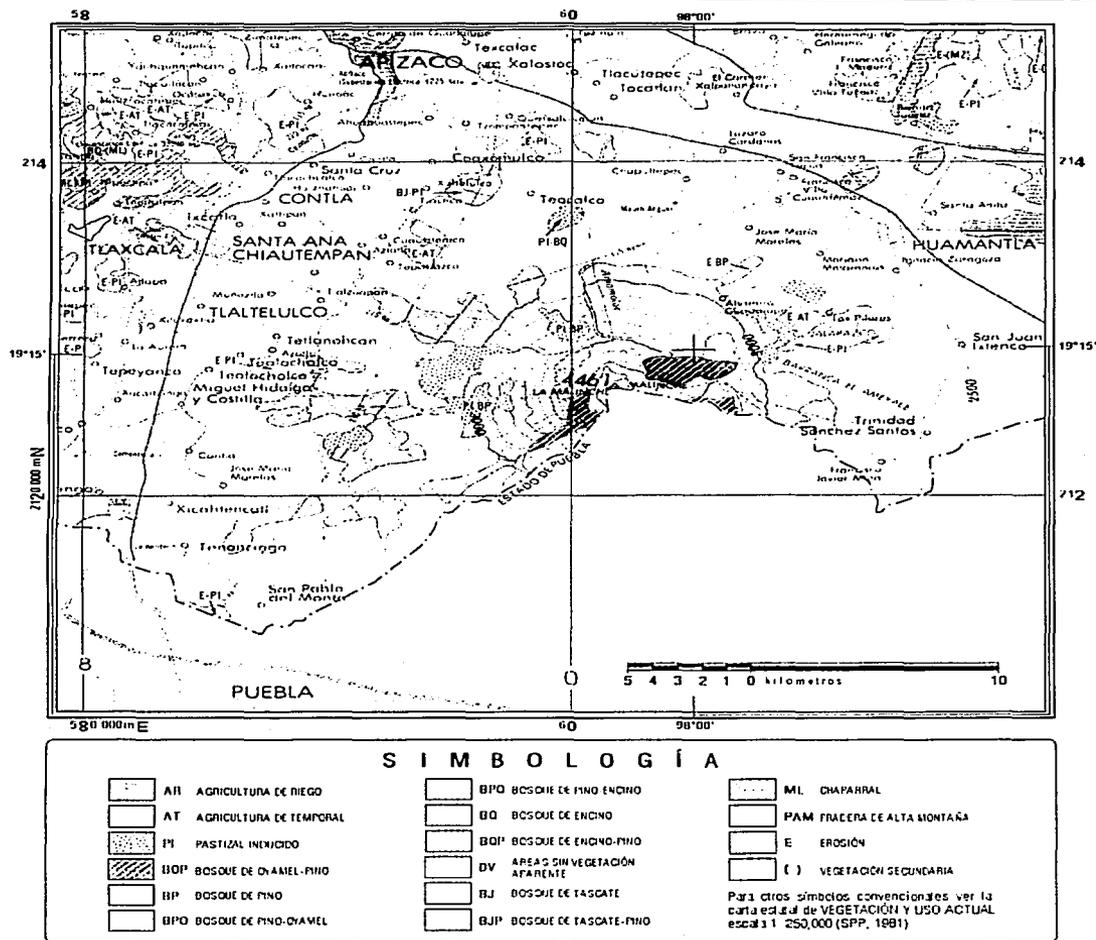


Figura 8. Tipos de vegetación en el área del Parque Nacional La Malinche [tomado de la carta estatal de Tlaxcala: Vegetación y Uso Actual - escala 1: 250.000 (Anónimo, 1987)].

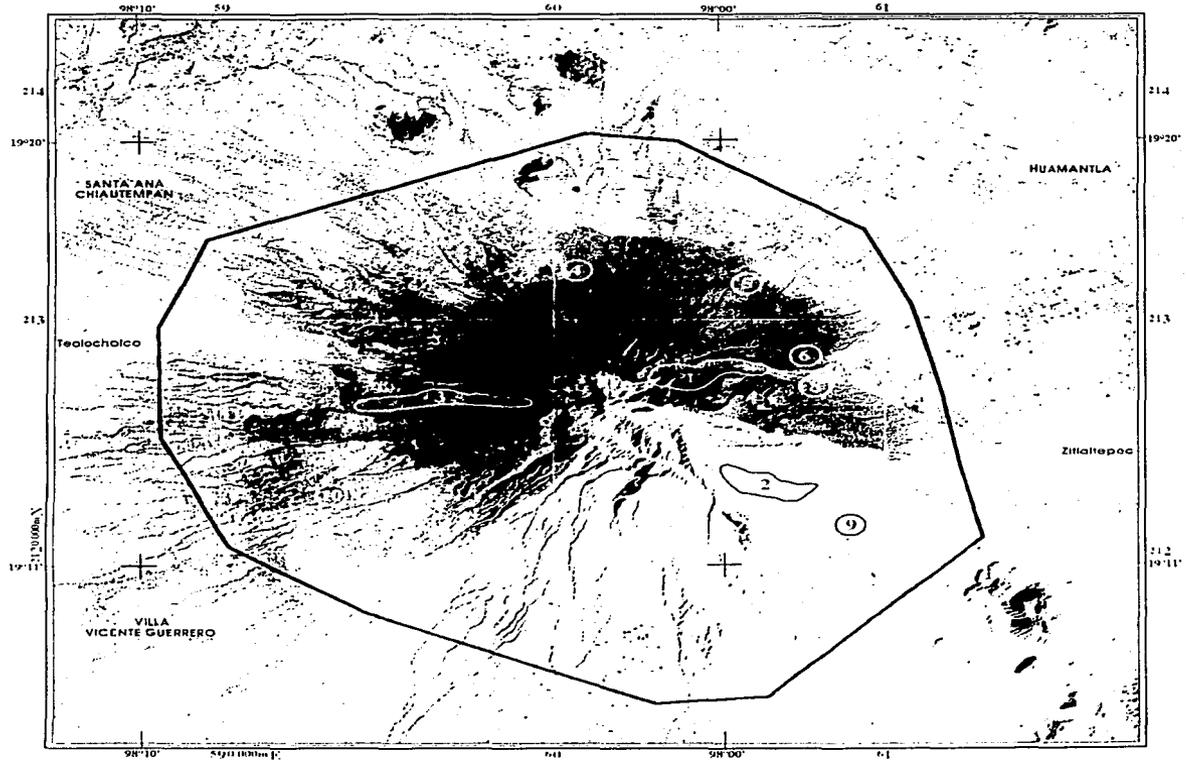
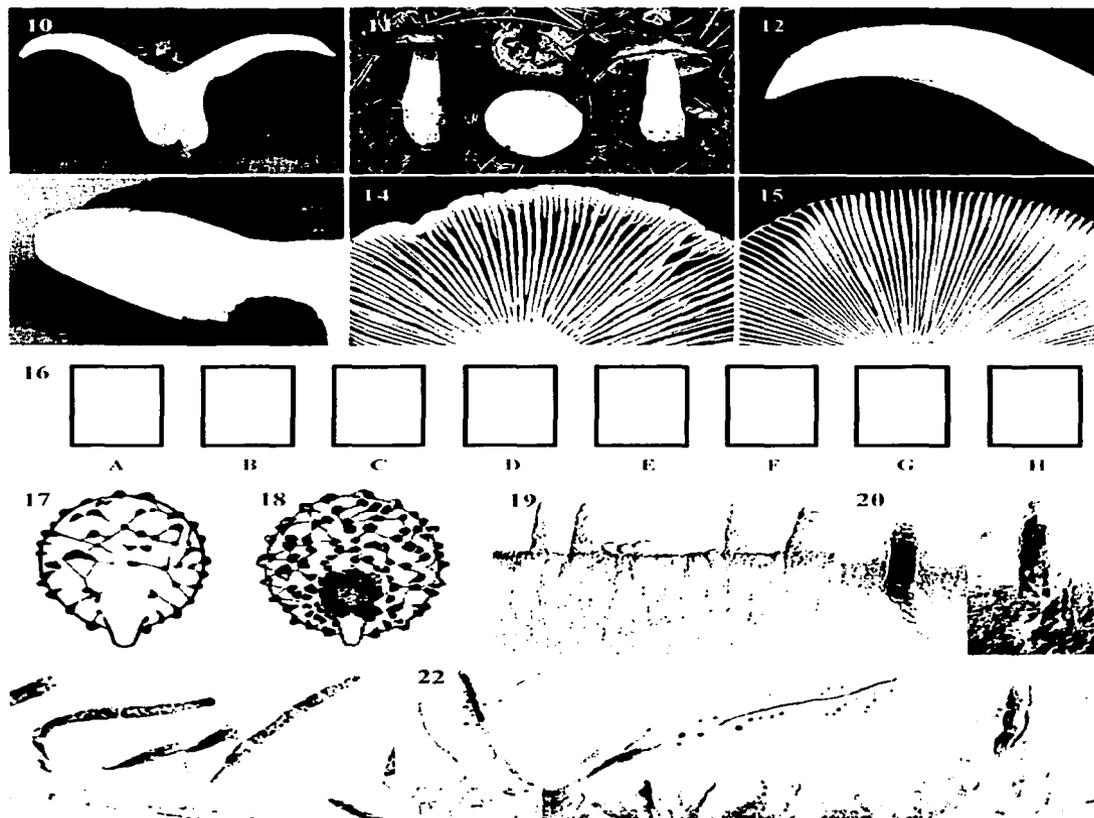


Figura 9. Sitios de recolección del material estudiado. 1: Cañada Grande (ladera E). 2: Ladera SE (O de Francisco Javier Mina). 3: Ladera O (E de San Luis Teotlocholco). 4: Alrededores del Albergue IMSS Malintzi (ladera N). 5: Región de Altamira Guadalupe (ladera NE). 6: Región de Los Pilares (ladera NE). 7: Camino San Juan Ixtenco-Cañada Grande (ladera E). 8: Alrededores del antiguo Albergue del CREA (ladera E). 9: límite Puebla-Tlaxcala, 4 km al O de Francisco Javier Mina (ladera SE). 10: San Diego, camino San Isidro Buen Suceso-Caseta 1 C'GE (ladera O). 11: Camino San Luis Teotlocholco-Caseta 2 C'GE (ladera O). ○ : Límites del Parque Nacional.



Figuras 10-22. Caracteres macro- y micromorfológicos importantes en *Russula*. 10. Porte lactarioides. 11. Porte tricolomatoide. 12. Margen agudo. 13. Margen obtuso. 14. Láminas con numerosas lamélulas. 15. Láminas sin lamélulas. 16. Representación aproximada del código propuesto por CRAWSHAY para el color de la esporada. 17. Basidiospora con placa hialina o no amiloide. 18. Basidiospora con una mancha amiloide sobre la placa. 19. Pleuromacroecistidios en KOH. 20. Pleuromacroecistidios mostrando la reacción positiva en SV. 21. Pileomacroecistidios mostrando la reacción positiva en SV. 22. Hifas primordiales de *Russula* mostrando las inerustaciones y gúttulas ácido-resistentes.

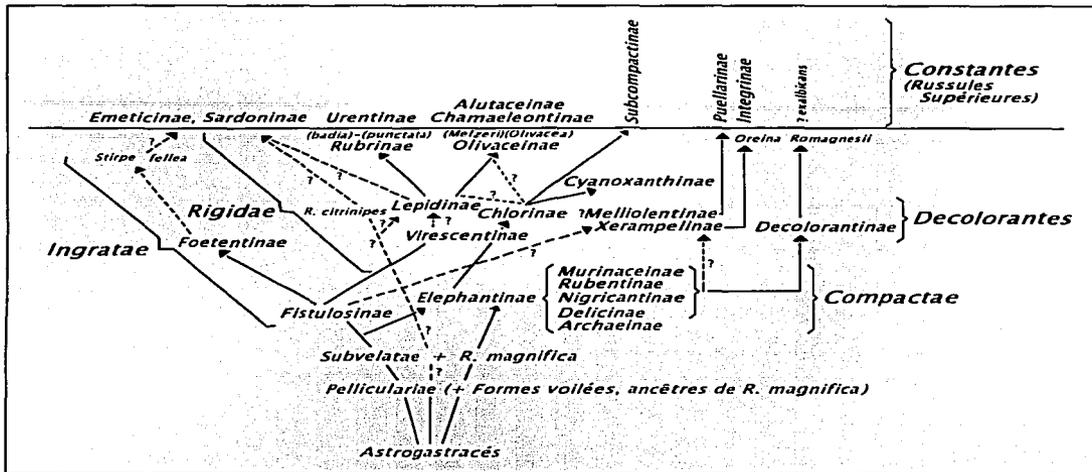


Figura 23. Esquema filogenético propuesto por SINGER (1938).

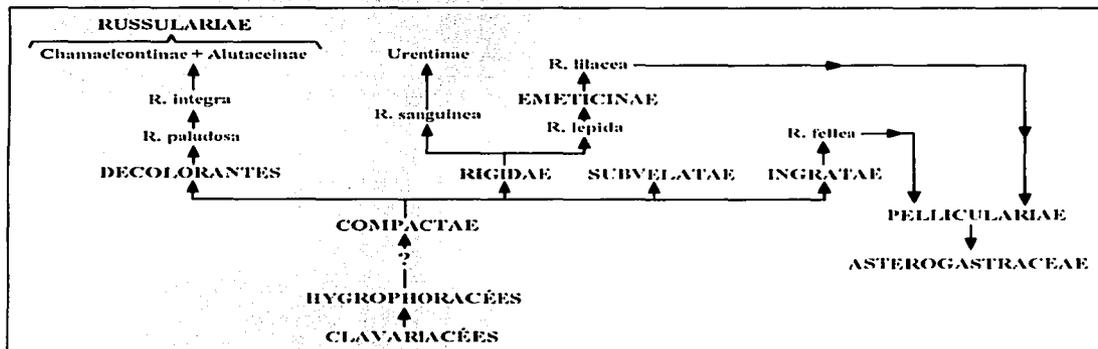


Figura 24. Filogenia del género *Russula* propuesta por HEIM (1937a-b, 1938).

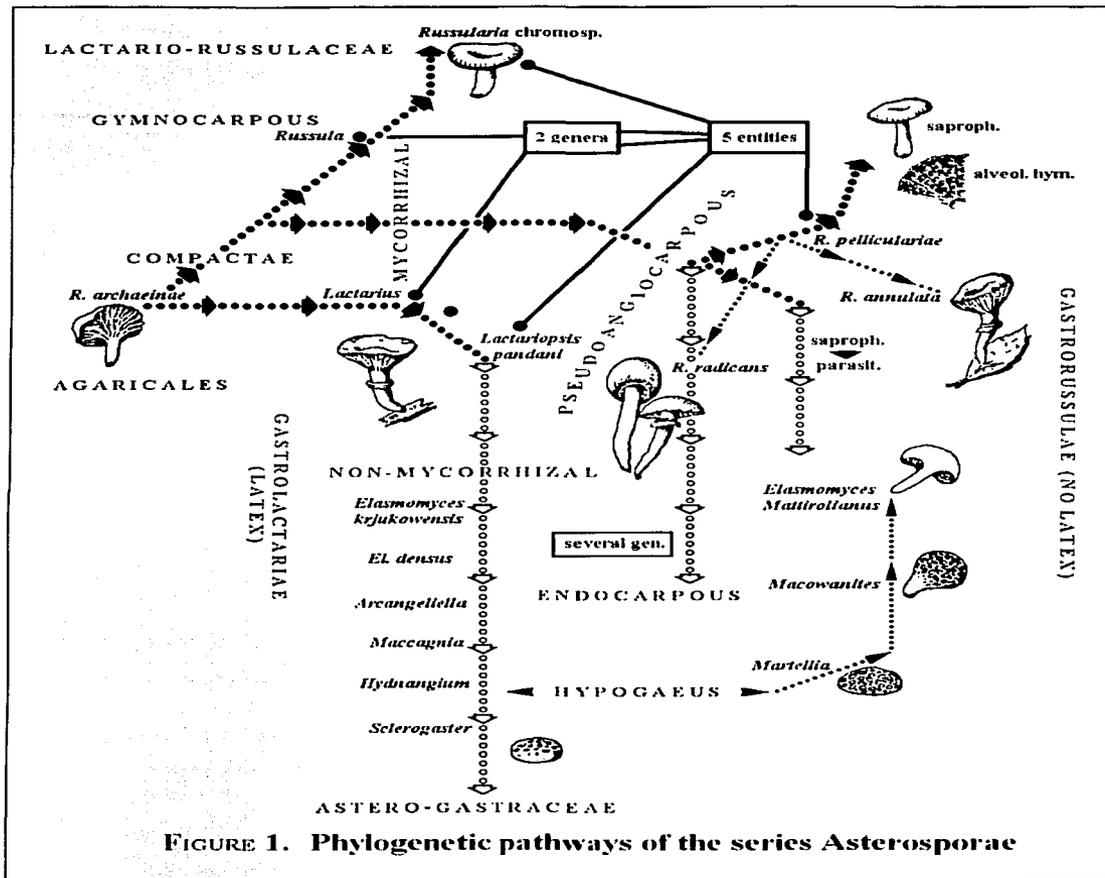


FIGURE 1. Phylogenetic pathways of the series Asterosporae

Figura 25. Esquema filogenético propuesto por HEIM (1975) para la serie de los Asterosporáceos.

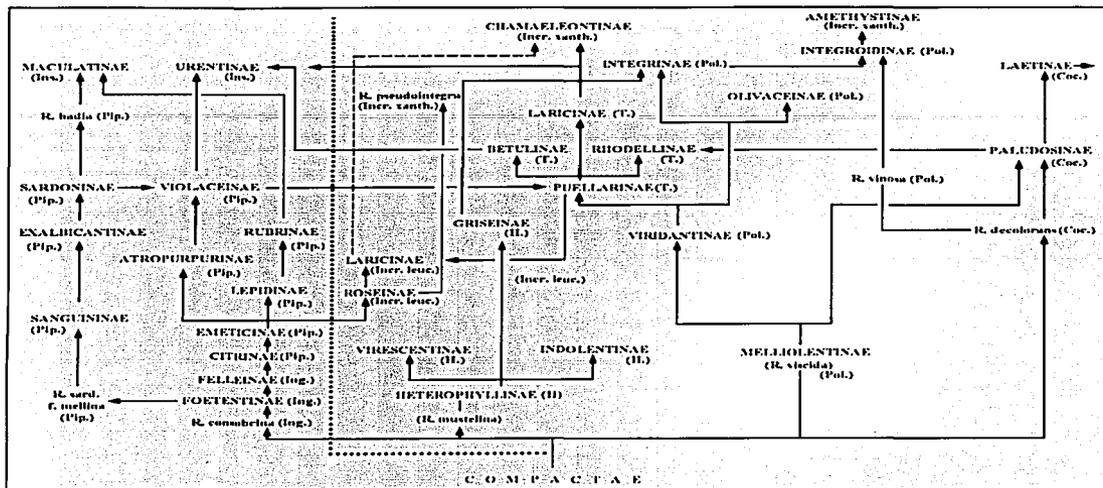


Figura 26. Esquema propuesto por ROMAGNESI (1967) que resume las afinidades de las secciones dentro del género *Russula*.

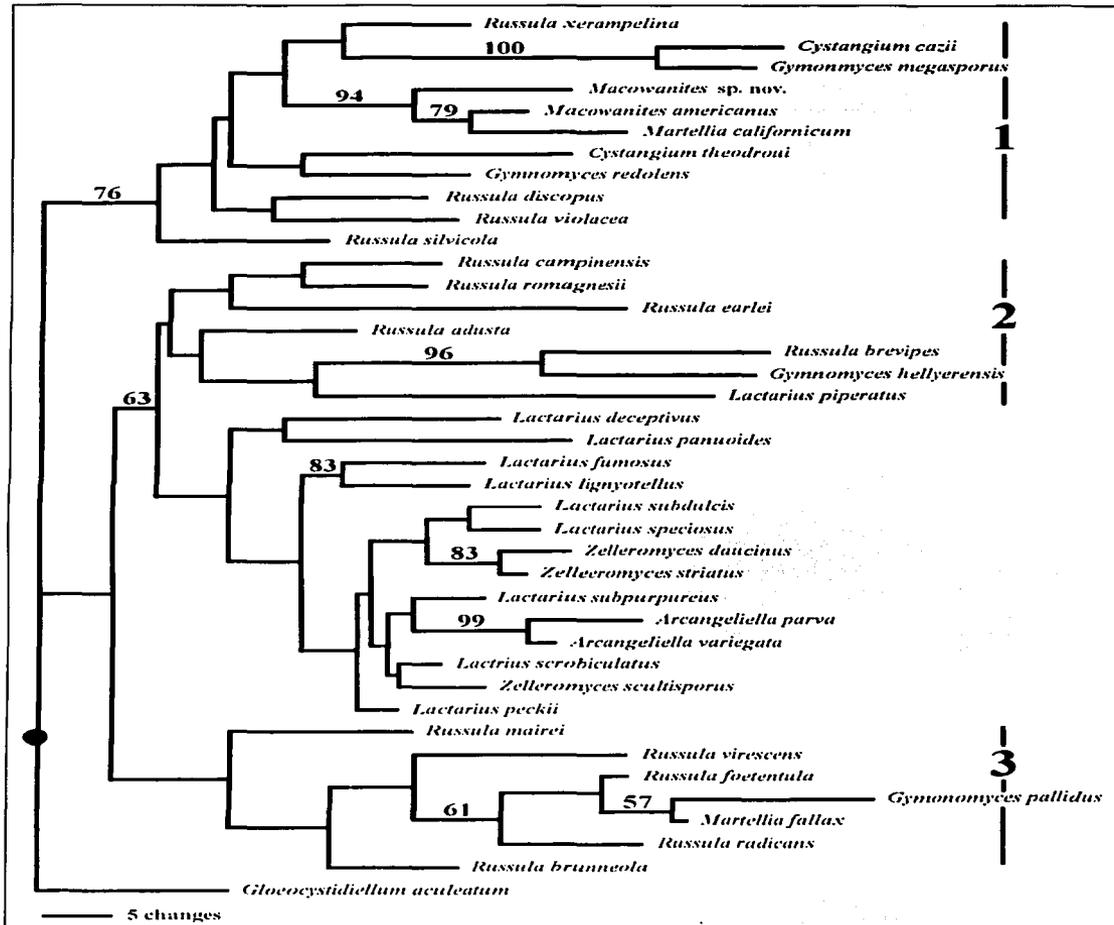


Figura 28. Filogenia de *Russula*, *Lactarius* y géneros secotioides y gasteroides relacionados, propuesta por MILLER *et al.* (2001), utilizando la secuenciación de la subunidad larga de ADNr nuclear.

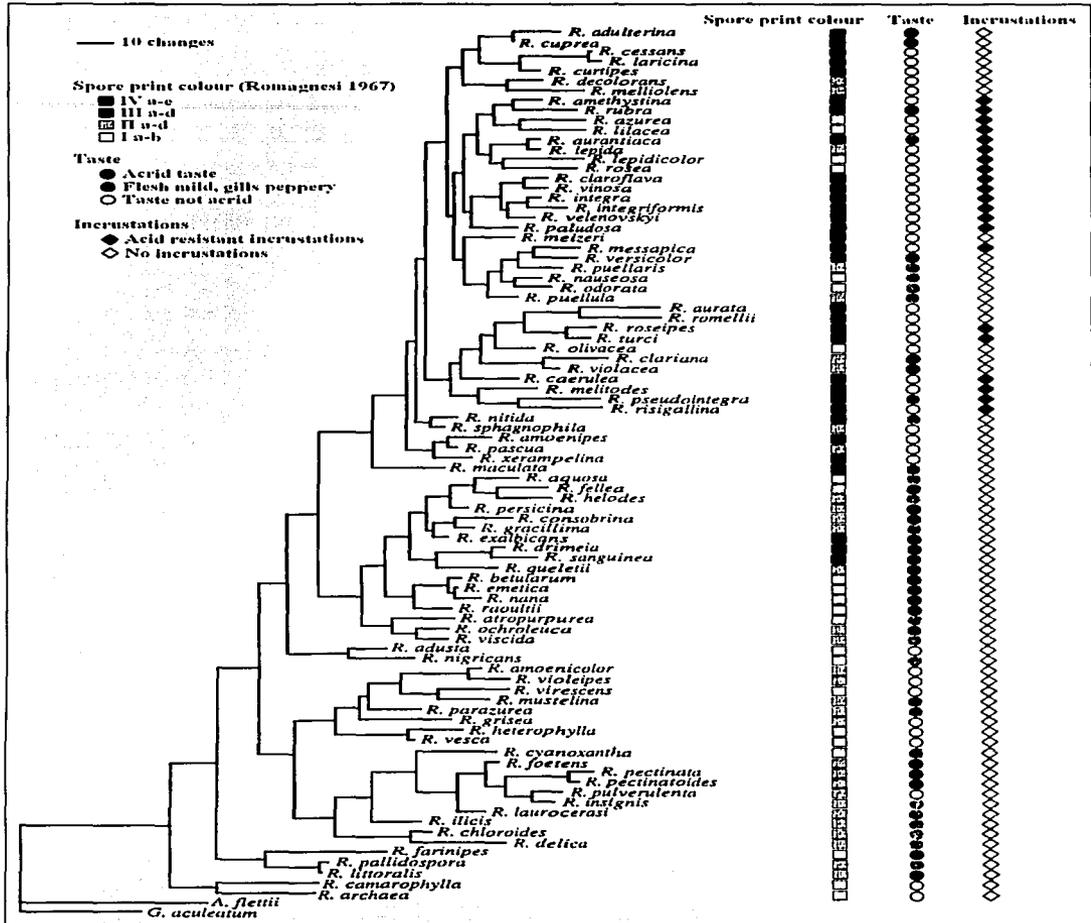
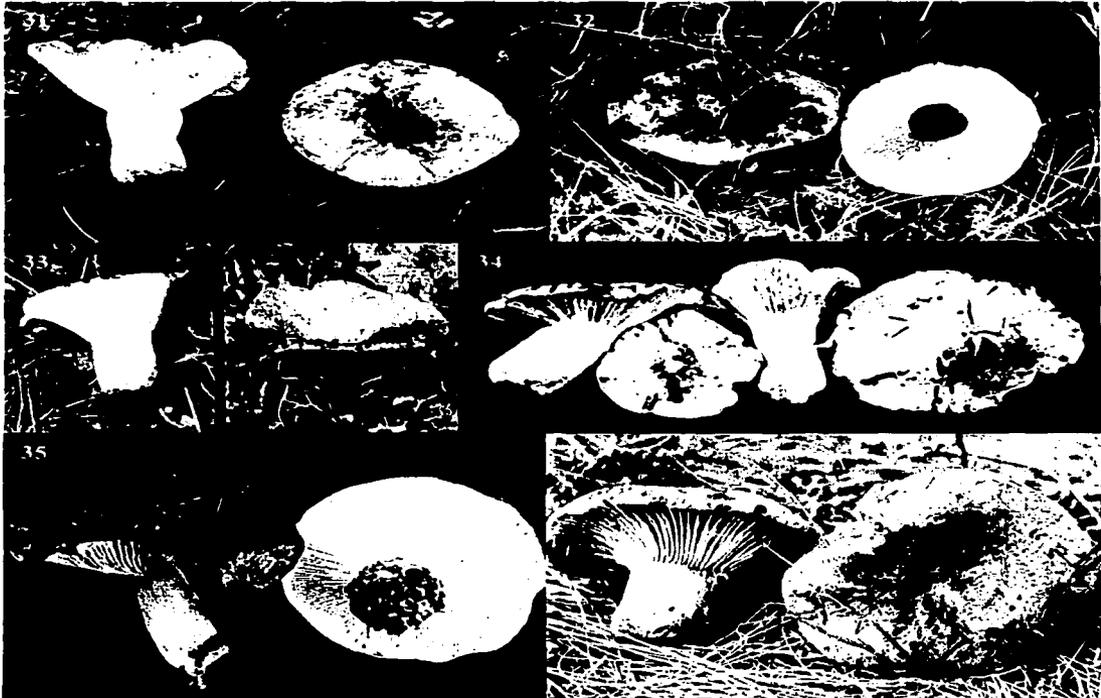
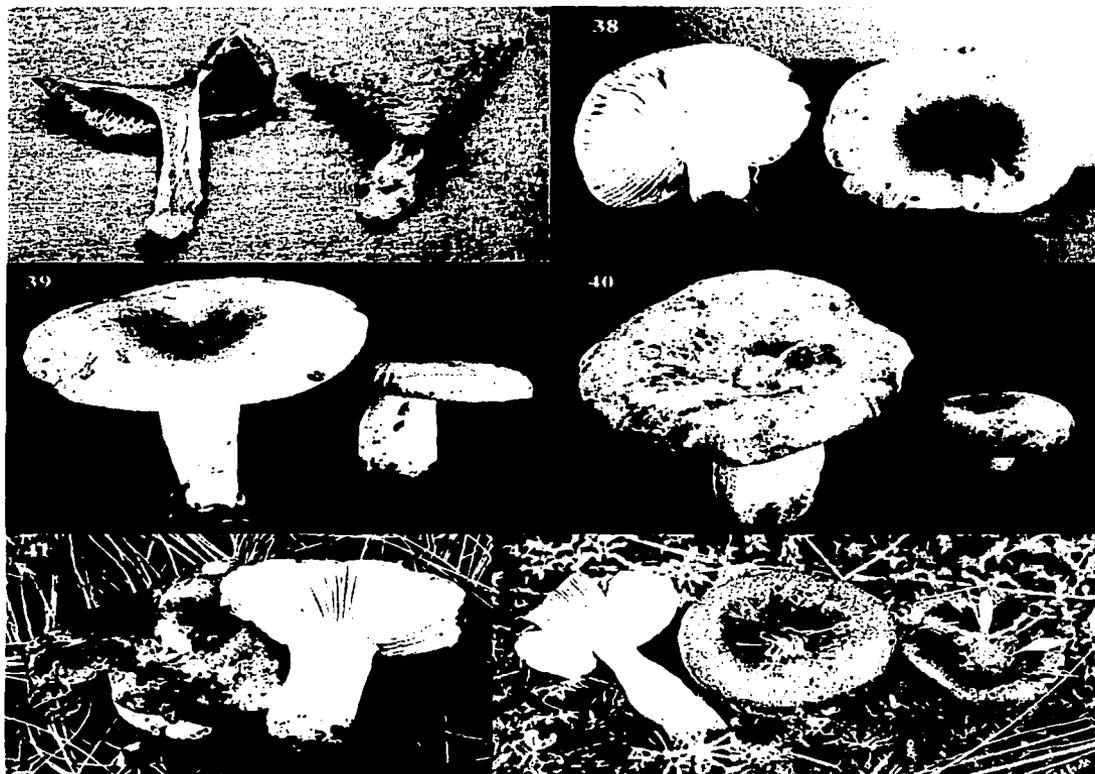


Figura 29. Filograma del género *Russula* propuesto por MILLER y BUYCK (2002) inferido por el análisis de la secuenciación del ADN ribosomal, donde se mapean el color de la esporada, el sabor y la presencia de incrustaciones ácido-resistentes.

Secciones *Plorantes* y *Compactae*

Figuras 31-36. Basidiomas de *Russula*. 31. *Russula brevipes* (sección *Plorantes*). 32. *Russula delicata* (sección *Plorantes*). 33. *Russula romagnesianana* (sección *Plorantes*). 34. *Russula* cf. *pallidospora* (sección *Plorantes*). 35. *Russula acrifolia* (sección *Compactae*). 36. *Russula albanigra* (sección *Compactae*).

Secciones *Compactae*, *Ingratae*, *Heterophyllae* y *Russula*

Figuras 37-42. Basidiomas de *Russula*. 37. *Russula* cf. *densifolia* f. *fragrans* (sección *Compactae*). 38. *Russula* cf. *granulata* (sección *Ingratae*). 39. *Russula* aff. *pectinatooides* (sección *Ingratae*). 40. *Russula* cf. *cyanoxantha* (sección *Heterophyllae*). 41. *Russula* *basifurcata* (sección *Heterophyllae*). 42. *Russula* cf. *griseascens* (sección *Russula*).

Sección *Russula*

Figuras 43-48. Basidiomas de *Russula* sección *Russula*. 43. *Russula* cf. *griseascens*. 44-45. *Russula* cf. *atrorubens*. 46-47. *Russula* aff. *fragilis*. 48. *Russula* aff. *krombholzii*.

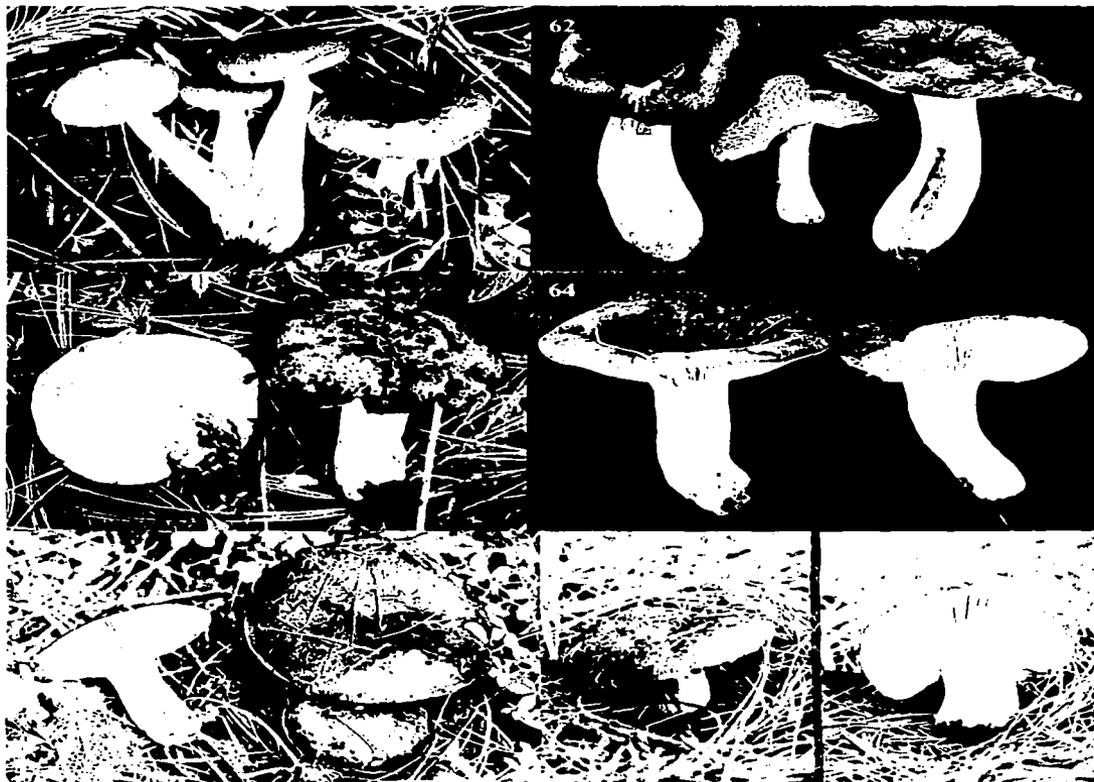
Sección *Firmae*

Figuras 49-54. Basidiomas de *Russula* sección *Firmae*. 49-50. *Russula* cf. *luteotincta*. 51-52. *Russula americana*. 53. *Russula* cf. *albidula*. 54. *Russula* cf. *drimeia*.

Sección *Tenellae*

Figuras 55-60. Basidiomas de *Russula* sección *Tenellae*. 55-57. *Russula* sp. 2. 58-59. *Russula* cf. *puellaris*. 60. *Russula* sp. 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sección *Tenellae*, *Polychromae*, *Russulinae* y *Viridantes*

Figuras 61-66. Basidiomas de *Russula* secciones *Tenellae*, *Polychromae*, *Russulinae* y *Viridantes*. 61. *Russula* cf. *abietina*. 62. *Russula* sp. 5. 63-64. *Russula* cf. *integra*. 65-66. *Russula* cf. *xerampelina*.

Sección *Alutaceae* y *Lilaceae*

Figuras 67-72. Basidiomas de *Russula* secciones *Alutaceae* y *Lilaceae*. 67-68, *Russula olivacea*. 69, *Russula murrillii*. 70-72, *Russula occidentalis*.

APÉNDICE I

ESPECIES DEL GÉNERO *RUSSULA* CITADAS DE MÉXICO

Especie	Entidad federativa (ver literatura citada para autores)
<i>R. acrifolia</i> ROMAGN.	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. aeruginea</i> FR.	QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998*)
<i>R. albonigra</i> (KROMBIL.) FR.	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1961*) TLAXCALA (SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México** (ZARCO, 1986)
<i>R. alutacea</i> (PERS.) FR.	AGUASCALIENTES (PARDAVÉ, 1992) BAJA CALIFORNIA NORTE (AYALA y GUZMÁN, 1984) DISTRITO FEDERAL (GÁNDARA, 1929-1931*; GUZMÁN, 1961) DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1961; HERRERA y GUZMÁN, 1961) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (TÉLLEZ-BAÑUELOS <i>et al.</i> , 1988; RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994) TLAXCALA (ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (WELDEN y GUZMÁN, 1978; LEÓN y GUZMÁN, 1980; VILLARREAL y GUZMÁN, 1985, VILLARREAL, 1987)
<i>R. americana</i> (SINGER) SINGER	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. amoena</i> QUÉL.	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1961*; HERRERA y GUZMÁN, 1961*) ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1961*; HERRERA y GUZMÁN, 1961*) OAXACA (GUZMÁN, 1975)
<i>R. amoenolens</i> ROMAGN.	ESTADO DE MÉXICO (NAVA y VALENZUELA, 1997*)
<i>R. aurantiaca</i> (SCHAEFF.) ROMAGN.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. azurea</i> PERS.	DURANGO (PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985*)
<i>R. basifurcata</i> PECK	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. brevipes</i> PECK	CHIHUAHUA (MORENO-FUENTES <i>et al.</i> , 1994) DISTRITO FEDERAL (GISPERT <i>et al.</i> , 1984; REYGADAS <i>et al.</i> , 1995) DURANGO (RODRÍGUEZ-SCHERZIER y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984; QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) ESTADO DE MÉXICO (AROCHE <i>et al.</i> , 1984; GISPERT <i>et al.</i> , 1984; ESTRADA-TORRES y AROCHE, 1987; NAVA y VALENZUELA, 1997) GUERRERO (CIFUENTES <i>et al.</i> , 1993) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (TÉLLEZ-BAÑUELOS <i>et al.</i> , 1988)

Continúa

* Primera cita para México

** Sin entidad federativa precisa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Especie	Entidad federativa
<i>R. brevipes</i>	MICHOACÁN (SÁNCHEZ-RAMÍREZ, 1980; DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988; CIFUENTES <i>et al.</i> , 1990) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) NUEVO LEÓN (CASTILLO <i>et al.</i> , 1979; GARZA <i>et al.</i> , 1985; GARZA, 1986) PUEBLA (GUZMÁN <i>et al.</i> , 1975*) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) TAMAULIPAS (HEREDIA, 1989) TLAXCALA (SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (WELDEN y GUZMÁN, 1978; GUZMÁN-DÁVALOS y GUZMÁN, 1979; LEÓN y GUZMÁN, 1980; GUZMÁN y VILLARREAL, 1984; VILLARREAL y GUZMÁN, 1985, 1986; VILLARREAL, 1987)
<i>R. carnicolor</i> (BRES.)	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. citrina</i> GILLET	ESTADO DE MÉXICO (NAVA y VALENZUELA, 1997*)
<i>R. cuprea</i> var. <i>juniperina</i> (UBALDI) BON et SARNARI	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. cyanoxantha</i> (SCHIAEFF.) FR.	CHIHUAHUA (MORENO-FUENTES <i>et al.</i> , 1994; QUIÑÓNEZ <i>et al.</i> , 1999) DURANGO (POLACO <i>et al.</i> , 1982; RODRÍGUEZ-SCHERZER y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984; PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985) ESTADO DE MÉXICO (HERRERA y GUZMÁN, 1961*; GUZMÁN, 1966; GUZMÁN, 1972) GUANAJUATO (PÉREZ-SILVA, 1969) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (TELLEZ-BANUELOS <i>et al.</i> , 1988; RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994) MICHOACÁN (DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) NUEVO LEÓN (CASTILLO <i>et al.</i> , 1979; GARZA <i>et al.</i> , 1985; GARZA, 1986) PUEBLA (GUZMÁN <i>et al.</i> , 1975) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (HERRERA y GUZMÁN, 1961*; LEÓN y GUZMÁN, 1980; GUZMÁN y VILLARREAL, 1984) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984) TLAXCALA (SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991)
<i>R. delicata</i> FR.	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1959; HERRERA y GUZMÁN, 1961) DURANGO (PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985, como <i>R. delicata</i>) ESTADO DE MÉXICO (SINGER, 1957*; HERRERA y GUZMÁN, 1961; GUZMÁN, 1966; VALDÉS, 1972; KOBAYASHI, 1979) HIDALGO (HERRERA y GUZMÁN, 1961) MORELOS (HERRERA y GUZMÁN, 1961) OAXACA (HERRERA y GUZMÁN, 1961) PUEBLA (HERRERA y GUZMÁN, 1961; MARTÍNEZ-ALFARO <i>et al.</i> , 1983)
<i>R. delicata</i> var. <i>centroamericana</i> SINGER	TLAXCALA (KONG, 1998*)

Especie	Entidad federativa
<i>R. delicula</i> ROMAGN.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. densifolia</i> (SECR.) GILLET	DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) ESTADO DE MÉXICO (NAVA y VALENZUELA, 1997) MICHOACÁN (MAPES <i>et al.</i> , 1981) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) OAXACA (SINGER, 1957*; SHAFFER, 1962; GUZMÁN, 1975) TLAXCALA (SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (GUZMÁN y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984)
<i>R. densifolia</i> f. <i>fragrans</i> SHAFFER	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. drimeia</i> COOKE	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1961* como <i>R. sardonía</i> ; HERRERA y GUZMÁN, 1961* como <i>R. sardonía</i>) ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1961* como <i>R. sardonía</i> ; HERRERA y GUZMÁN, 1961* como <i>R. sardonía</i>) MORELOS (GUZMÁN, 1961* como <i>R. sardonía</i>) OAXACA (GUZMÁN, 1975 como <i>R. sardonía</i>) TLAXCALA (ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986 como <i>R. sardonía</i>)
<i>R. emetica</i> VITTAD.	BAJA CALIFORNIA NORTE (AYALA y GUZMÁN, 1984) CHIHUAHUA (QUIÑÓNEZ <i>et al.</i> , 1999) DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1958*) DURANGO (RODRÍGUEZ-SCHERZER y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984; QUINTOS <i>et al.</i> , 1984; PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985) ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1966; GUZMÁN, 1972; KOBAYASHI, 1979) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994) MICHOACÁN (SÁNCHEZ-RAMÍREZ, 1980; DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) TLAXCALA (ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (GUZMÁN-DÁVALOS y GUZMÁN, 1979; GUZMÁN y VILLARREAL, 1984)
<i>R. emeticella</i> J. BLUM	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. fugaticola</i> (MELZER) LINDBLAD	TLAXCALA (ACOSTA y KONG, 1991*; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991)
<i>R. fellea</i> FR.	DURANGO (PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985*)
<i>R. flavida</i> PECK	QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998*)
<i>R. foetens</i> PERS.	DURANGO (RODRÍGUEZ-SCHERZER y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984; QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) ESTADO DE MÉXICO (FRUTIS <i>et al.</i> , 1985) HIDALGO (FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (TÉLLEZ-BAÑUELOS <i>et al.</i> , 1988; RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994)

Continúa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Especie	Entidad federativa
<i>R. foetens</i>	MICHOCÁN (SÁNCHEZ-RAMÍREZ, 1980; DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) NUEVO LEÓN (GARZA <i>et al.</i> , 1985; GARZA, 1986) OAXACA (GUZMÁN, 1975) PUEBLA (SHARP, 1945*; MARTÍNEZ-ALFARO <i>et al.</i> , 1983) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) TAMAULIPAS (HEREDIA, 1989) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (WELDEN y GUZMÁN, 1978; LEÓN y GUZMÁN, 1980; GUZMÁN y VILLARREAL, 1984; VILLARREAL y GUZMÁN, 1985) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984)
<i>R. gregaria</i> (KAUFFMAN) BON	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. grisea</i> (PERS.) FR.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. herrerae</i> KONG <i>et al.</i>	TLAXCALA (KONG <i>et al.</i> , 2002*)
<i>R. laeta</i> SCHÄFF.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. latirocerast</i> MELZER	ESTADO DE MÉXICO (NAVA y VALENZUELA, 1997) GUERRERO (CIFUENTES <i>et al.</i> , 1993) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998)
<i>R. lepida</i> FR.	BAJA CALIFORNIA NORTE (AYALA y GUZMÁN, 1984) DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984; PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985; GONZÁLEZ-EJIZONDO, 1991) ESTADO DE MÉXICO (ESTRADA-TORRES y AROCHIE, 1987) GUANAJUATO (PÉREZ-SILVA, 1969*) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) <i>Continúa</i>
<i>R. lilacea</i> QUÉL.	MICHOCÁN (DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) Valle de México (ZARCO, 1986)
<i>R. lutea</i> (HUDS.) FR.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984)
<i>R. lutea</i> (HUDS.) FR.	BAJA CALIFORNIA NORTE (AYALA y GUZMÁN, 1984) DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) HIDALGO (FRUTIS y GUZMÁN, 1983) MICHOCÁN (MAPES <i>et al.</i> , 1981; DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) NUEVO LEÓN (CASTILLO <i>et al.</i> , 1979; GARZA, 1986) OAXACA (GUZMÁN, 1975*) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) TLAXCALA (SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (LEÓN y GUZMÁN, 1980; CHACÓN <i>et al.</i> , 1995)
<i>R. luteotacta</i> REA	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)

Especie	Entidad federativa
<i>R. mariae</i> PECK	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1958) ESTADO DE MÉXICO (ZIENTENO <i>et al.</i> , 1955*; NAVA y VALENZUELA, 1997)
<i>R. mephitica</i> PEGLER	VERACRUZ (CHACÓN, 1995*; CHACÓN <i>et al.</i> , 1995)
<i>R. mexicana</i> BURL.	HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) VERACRUZ (MURRILL, 1911*; GUZMÁN, 1975; WELDEN y GUZMÁN, 1978; LEÓN y GUZMÁN, 1980; SINGER <i>et al.</i> , 1983; CHACÓN <i>et al.</i> , 1995)
<i>R. murrillii</i> BURL.	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. nauseosa</i> (PERS.) FR.	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1961*; HERRERA y GUZMÁN, 1961*) OAXACA (GUZMÁN, 1975) Valle de México (ZARCO, 1986)
<i>R. nigricans</i> (BULL.) FR.	ESTADO DE MÉXICO (FRUTIS <i>et al.</i> , 1985; ESTRADA-TORRES y AROCHE, 1987) HIDALGO (FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (TÉLLEZ-BAÑUELOS <i>et al.</i> , 1988; RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994) MICHOCACÁN (DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) NUEVO LEÓN (CASTILLO <i>et al.</i> , 1979) OAXACA (GUZMÁN, 1975*) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) TAMAULIPAS (HEREDIA, 1989) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (LEÓN y GUZMÁN, 1980; GUZMÁN y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984)
<i>R. ochroleuca</i> (PERS.) FR.	JALISCO (GUZMÁN y GARCÍA SAUCEDO, 1973*) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984)
<i>R. olivacea</i> (SCHAEFF.) FR.	DISTRITO FEDERAL (GUZMÁN, 1961*; KOBAYASHI, 1979; VALENZUELA <i>et al.</i> , 1981) ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1961*; VALENZUELA <i>et al.</i> , 1981) HIDALGO (GUZMÁN, 1961*; VALENZUELA <i>et al.</i> , 1981; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) JALISCO (RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1994) MICHOCACÁN (DÍAZ-BARRIGA <i>et al.</i> , 1988) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) NUEVO LEÓN (GARZA, 1986) PUEBLA (GUZMÁN <i>et al.</i> , 1975) TLAXCALA (VALENZUELA <i>et al.</i> , 1981; SANTIAGO <i>et al.</i> , 1990; ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986) VERACRUZ (WELDEN y GUZMÁN, 1978; GUZMÁN-DÁVALOS y GUZMÁN, 1979; LEÓN y GUZMÁN, 1980; GUZMÁN y VILLARREAL, 1984)
<i>R. ornaticeps</i> PECK	TLAXCALA (KONG, 1998*)

Especie	Entidad federativa
<i>R. pectinata</i> (BULL.) FR.	OAXACA (SINGER, 1957*; GUZMÁN, 1975)
<i>R. persicina</i> KROMBIL.	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. parazurea</i> SCHÄFF.	ESTADO DE MÉXICO (NAVA y VALENZUELA, 1997*)
<i>R. puellaris</i> FR.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. pusilla</i> PECK	OAXACA (SINGER, 1957*)
<i>R. queletii</i> FR.	DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) ESTADO DE MÉXICO (KOBAYASI, 1979*) HIDALGO (VARELA y CIFUENTES, 1979*; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) MORELOS (LÓPEZ <i>et al.</i> , 1985) Valle de México (ZARCO, 1986) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984)
<i>R. romagnesiana</i> SHAFER	TLAXCALA (KONG, 1998*)
<i>R. romellii</i> MAIRE	ESTADO DE MÉXICO (HERRERA y GUZMÁN, 1961*)
<i>R. rubescens</i> BEARDSLEE	CHIHUAHUA (LAFERRIÈRE y GILBERTSON, 1992*)
<i>R. rubra</i> FR.	DISTRITO FEDERAL (GÁNDARA, 1929-1931*) ZACATECAS (ACOSTA y GUZMÁN, 1984)
<i>R. rutila</i> ROMAGN.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. sanguinaria</i> (SCHUMACER) RAUSCHERT	DURANGO (PÉREZ-SILVA y AGUIRRE-ACOSTA, 1985 como <i>R. sanguinea</i>) MICHOCÁN (SÁNCHEZ-RAMÍREZ, 1980 como <i>R. sanguinea</i>) TLAXCALA (ACOSTA y KONG, 1991 como <i>R. sanguinea</i> ; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991 como <i>R. sanguinea</i>)
<i>R. sanguinea</i> (BULL.) FR.	Ver <i>R. sanguinaria</i> (nombre válido)
<i>R. sardonis</i> FR.	Ver <i>R. drimeia</i> (nombre válido)
<i>R. sphagnophila</i> KAUFFMAN	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. subfoetens</i> W.G. SM.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. subfoetens</i> var. <i>grata</i> (BRITZELM.) ROMAGN.	JALISCO (RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 1993*)
<i>R. velenovskyi</i> Melzer <i>et</i> ZVÁRA	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. vesca</i> FR.	ESTADO DE MÉXICO (GUZMÁN, 1961*; HERRERA y GUZMÁN, 1961*) OAXACA (GUZMÁN, 1975)
<i>R. violacea</i> QUÉL.	OAXACA (GUZMÁN, 1975*)
<i>R. vinosa</i> LINDBLAD	OAXACA (GUZMÁN, 1975)

Especie	Entidad federativa
<i>R. virescens</i> (SCHÄFF.) FR.	DISTRITO FEDERAL (GÁNDARA, 1929-1931*) DURANGO (QUINTOS <i>et al.</i> , 1984) NUEVO LEÓN (CASTILLO <i>et al.</i> , 1979; GARZA <i>et al.</i> , 1985; GARZA, 1986) QUERÉTARO (GARCÍA <i>et al.</i> , 1998) VERACRUZ (CHACÓN <i>et al.</i> , 1995) Valle de México (ZARCO, 1986)
<i>R. xerampelina</i> (SCHÄFF.) FR.	DISTRITO FEDERAL (HERRERA y GUZMÁN, 1961*) DURANGO (RODRÍGUEZ-SCHERZER y GUZMÁN-DÁVALOS, 1984) ESTADO DE MÉXICO (HERRERA y GUZMÁN, 1961*; NAVA y VALENZUELA, 1997) HIDALGO (HERRERA y GUZMÁN, 1961*; FRUTIS y GUZMÁN, 1983) NUEVO LEÓN (GARZA, 1986) OAXACA (GUZMÁN, 1975) TLAXCALA (ACOSTA y KONG, 1991; ESTRADA-TORRES <i>et al.</i> , 1991) Valle de México (ZARCO, 1986)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APÉNDICE II

MATERIAL ADICIONAL ESTUDIADO

El siguiente material fue revisado y utilizado para comparar algunos de las especies recolectadas dentro del PNLM.

1. *Russula acrifolia* ROMAGN. (Sección *Compactae*)

MATERIAL ESTUDIADO. FINLANDIA, KOILLISMAA, Kuusamo commune, Oulanka National Park, S foot of the hill Ampumavaara, grass-herb forest dominated by *Picea abies*, with *Betula*, *Alnus incana*, *Populus tremula* and *Pinus sylvestris*, in eutrophic depression, Grid 27°E: 7366:603, 23-VIII-1992, JR-JV 7000F (TUR, dupl. TLXM).

2. *Russula albonigra* (KROMBH.) FR. (Sección *Compactae*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, MICHIGAN, Cheboygan County, Douglas Lake, scattered on sandy soil in aspen-oak-pine woods, 18-VII-1968, RLS s.n. (ENCB). FINLANDIA, VARSINAIS-SUOMI, Turku, E end of the Ruissalo island, by the main road, near *Quercus robur*, *Betula* and *Alnus glutinosa*, site with *Poa nemorosa*, *Convallaria majalis* and *Russula foetens*, Grid 27°E: 6712:236, 7-VIII-1981, JV 1065F (TUR, dupl. TLXM).

3. *Russula brevipes* PECK (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, MICHIGAN, Northeast corner of Otsego County, solitary under humus in white cedar forest, 5-VIII-1968, RLS s.n. (ENCB); *ibid.*, Emmet County, Pellston, NO de la Estación Biológica de la Universidad de Michigan, bosque caducifolio de *Betula* con *Populus*, *Acer* y coníferas, VI-VIII-1965, GG U-193 (ENCB, ut *R. romagnesianae*).

4. *Russula brevipes* var. *acrior* SHAFFER (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, IDAHO, Valley County, Payette Lakes, Lake Fork Creek, 27-VII-1954, AHS 45398; MASSACHUSETTS, Franklin County, south of Conway, Cricket Hill, in beech-maple-hemlock woods, 27-VII-1961, RLS 3106; MICHIGAN, Emmet County, West branch of Maple River, gregarious to scattered on humus in white cedar-hemlock-maple woods, 23-VII-1957, RLS 1651; VERMONT, Windham County, Newfane Hill, in mixed woods, 12-VIII-1961, RLS 3300 (todos paratipos, MICH).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. *Russula cascadiensis* SHAFFER (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, IDAHO, Bonner County, Priest Lake, under hemlock and pine, 17-X-1956, *AHS 54918* (MICH); Michigan, Cheboygan County, University of Michigan Biological Station, solitary on soil in mixed woods, 7-VII-1968, *RLS 6035* (MICH).

5. *Russula delica* var. *centroamericana* SINGER (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. COSTA RICA, CARTAGO, La Chonta, 11-VII-1982, L.D. Gomez 18191 (holotipo F).

6. *Russula delicula* ROMAGN. (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, MICHIGAN, Chippewa County, Emerson, 13-VIII-1959, *RLS 2328* (MICH).

7. *Russula inopina* SHAFFER (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, MICHIGAN, Cheboygan County, near UMBS, Carp Creek, 5-VIII-1957, *RLS 1748* (paratipo, MICH); *ibid.*, sandy soil, half buried in Tsuga-maple forest, 26-VII-1962, *RLS 3701* (MICH).

8. *Russula integra* (L.) FR. (Sección *Russulinae*)

MATERIAL ESTUDIADO. ALEMANIA, W-GERMANY, Warndtweiherb. Überherrn/Saarland, *Pinus silvestris*, ca. 300 m üNN, Vogessensandstein mit Karbonlehmen, 24-VII-1973, *JAS 3509* (ENCB).

9. *Russula mexicana* BURLINGHAM (Sección *Firmae*)

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, VERACRUZ, near Jalapa, on humus under the end of a log in rather open woods, 12-20-XII-1910, *W.A. & Edna L. Merrill 160* (holotipo, NY)

10. *Russula nauseosa* (PERS.) FR. (Sección *Tenellae*)

MATERIAL ESTUDIADO. ALEMANIA, W-GERMANY, Schwalbach/Saarland, *Picea abies* (ca. 65 years), ca. 350 m üNN, 19-VII-1975, *JAS 4272* (ENCB).

11. *Russula olivacea* (SCHAEFF.) FR. (Sección *Alutaceae*)

MATERIAL ESTUDIADO. ALEMANIA, W-GERMANY, Fechingen/Sarland, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, ca. 350 m üNN, Muschelkalk, 23-VII-1975, *JAS 4293* (ENCB).

12. *Russula olivina* RUOTS. & VAURAS (Sección *Tenellae*)

MATERIAL ESTUDIADO. FINLANDIA, POHJOIS-SAVO, Kuopio, Pitkälähti, E side of the northern lake Matkusjärvi. Herb-rich, calcareous forest of *Picea abies* and *Alnus incana*, rather moist, gently sloping site, Close to the type site!, Grid 27°E: 6969:530, 11-VIII-1988, *JR-JV 3128F* (TUR, dupl. TLXM).

13. *Russula pallidospora* (J. BLUM) ROMAGN. (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. FRANCIA, Forêt de Coye, near Coye-la-forêt (Oise), 25-VII-1965, gregarious on humus in deciduous woods, *RLS 4300* (MICH).

14. *Russula robinsoniae* BURL. (Sección *Firmae*)

MATERIAL ESTUDIADO. MÉXICO, ESTADO DE MÉXICO, cerca de San Pedro Tlamixco, entre Tenango del Valle y el Nevado de Toluca, Bosque de *Pinus*, alt. 2800 m, 28-VII-1957, *GG 814-B* (ENCB).

15. *Russula romagnesiana* SHAFFER. (Sección *Plorantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. ESTADOS UNIDOS, MICHIGAN, Wastenaw Co., Pinckney Recreation Area, 19-VII-1964, *RLS 2421* (holotipo); *ibid.*, Cheboygan Co., University of Michigan Biological Station, 18-VII-1968, solitary on sandy soil in aspen-oak-pine woods, *RLS 6051*; MINNESOTA, Rice Co., Wheeling Township, Nerstrand Woods State Park area, Sect. 16, 8-VIII-1965, gregarious and scattered in humus under hardwoods, *MGW 1220* (todos en MICH).

16. *Russula sanguinaria* (SCHUMACH.) RAUSCHERT (Sección *Firmae*)

MATERIAL ESTUDIADO. ALEMANIA, EIFEL, [¿Liningen?], in grass under *Picea*, 19-X-1989, *BB 2133* (GENT, dupl. TLXM, *ut R. sanguinea*).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

17. *Russula subvelutina* PECK (Sección *Viridantes*)

MATERIAL ESTUDIADO. EUA, MISSOURI, St. Louis Co., Forsythe Woods, 16-VIII-1903, NMG 1091 (ENCB).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN