

---

POSSIBILITATS D'AMPLIAR EL VENTALL D'ESPÈCIES DE BOLETS CULTIVABLES:  
ESTUDIS SOBRE LA MÚRGOLA.

---

D. Donat\*  
J. Sancho\*

*Resum del treball guanyador del premi per estudiants. Any 1989.*

### RESUM

En el present estudi es mostra la importància i l'estat de la recerca sobre el cultiu de la múrgola (*Morchella sp.*) com a una de les possibilitats d'ampliar el ventall actual de les espècies de bolets cultivables. Es parteix d'una visió global sobre la importància de la fungicultura i el cultiu de bolets com a activitat dintre el sector agrícola. Seguidament, es fa una revisió de la informació publicada sobre la múrgola i el seu cultiu. També es mostren les diferents experiències dutes a terme a l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB) en la línia de recerca iniciada sobre el cultiu de bolets. Finalment, es fa una anàlisi crítica sobre les expectatives que desperta la fungicultura, sobre la recerca realitzada a l'ESAB i sobre les possibilitats futures de desenvolupar-hi noves línies de recerca en fungicultura.

PARAULES CLAU: Associació biotròfica, Bolets Comestibles, *Costantinella*, Cultiu, Escleroci, *Morchella*.

### SUMMARY

The present study shows the importance and «state of the art» of research on the cultivation of morels (*Morchella sp.*) as one of the possibilities of enlarging the

\*Escola Superior d'Agricultura. Barcelona.

number of edible fungus species in current culture. After a general view on the importance of mushroom growing in agriculture, we review the publications on morels and their cultivation. We also show the different experiences carried out at the «Escola Superior d'Agricultura de Barcelona» (ESAB) on morel mushroom growing. Finally, we make a critical review on prospective fungiculture, on the research developed at the ESAB and on possibilities of new research lines on fungiculture in the mentioned University centre.

**KEYWORDS:** Biotrophic association, *Costantinella*, Cultivation, Edible mushrooms, Esclerotium, *Morchella*.

## RESUMEN

En el presente estudio se muestra la importancia y el estado de los estudios sobre el cultivo de las colmenillas (*Morchella sp.*) como una de las posibilidades de ampliar la actual gama de especies de setas cultivables. Se parte de una visión global sobre la importancia del cultivo de setas como actividad dentro del sector agrícola, para seguir con una revisión de la información publicada sobre las colmenillas y su cultivo. Se exponen las distintas experiencias que se han llevado a cabo en la «Escola Superior d'Agricultura de Barcelona» (ESAB) en la línea de investigación iniciada sobre el cultivo de setas y finalmente, se hace un análisis crítico sobre las expectativas que despierta la fungicultura, sobre la investigación realizada en la ESAB y sobre las posibilidades futuras de desarrollar nuevas líneas de investigación.

**PALABRAS CLAVE:** Asociación biotrófica, *Costantinella*, Cultivo, Esclerocio, *Morchella*, Setas comestibles.

## 1. INTRODUCCIÓ

El conreu de bolets, i el de fongs en general, és una matèria prou interessant i important per a ésser tinguda en compte a qualsevol Facultat o Escola Universitària que treballi en l'àmbit agrícola o en el de les ciències biològiques. El tema no tan sols pot interessar els micòlegs sinó també qualsevol altra persona mínimament motivada per la recerca en l'àmbit de la biotecnologia, del desenvolupament agrari, de la indústria agroalimentària, de la problemàtica del reciclatge de residus orgànics, de la repoblació forestal, de la manca d'aliments al Tercer Món, etc.

A l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB) ha estat iniciada una línia de recerca en aquest àmbit. Els objectius del treball inicial són:

Analitzar les possibilitats de conrear amb èxit noves espècies de bolets comestibles, posant un especial èmfasi en el cultiu de la múrgola (*Morchella sp.*).

Estudiar la possibilitat, la necessitat i la conveniència de dur a terme una línia de recerca en el marc del conreu de fongs «no tradicionals» dintre l'ESAB.

I finalment, recollir tota la bibliografia i els resultats de les experiències que hom ha realitzat des del laboratori de Microbiologia de l'ESAB, dins aquesta nova línia ja iniciada.

## 2. EL CONREU DE BOLETS

### 2.1. Conceptes

Abans de començar, és important d'aclarir el significat d'algunes paraules que sovint se solen utilitzar com a sinònimes malgrat que en realitat no ho siguin. Cal doncs definir-les en el sentit que hom els dona en aquest treball.

Els *fongs* són un regne d'éssers vius eucariotes heterotròfics. Tenen una gran tendència a créixer cenocíticament i es reproduïxen sexualment i asexual amb la consegüent formació d'espores. D'altra banda, els *bolets* (científicament anomenats «carpòfors» o «esporocarps») no són sinó els òrgans encarregats de la producció, la protecció i la dispersió de les espores sexuals d'un grup de fongs anomenats superiors.

Així, el terme *fungicultura* pot incloure tot tipus de creixement controlat dels fongs, malgrat que el *conreu de bolets* (conreu de fongs per a l'obtenció de bolets) pugui ésser una forma de fungicultura: la més tradicional i coneguda.

### 2.2. Importància de la Fungicultura i el Conreu de bolets

Els sistemes de producció agrícola, tant als països desenvolupats com als anomenats del Tercer Món, es troben en una situació problemàtica en els temps presents. En el primer cas, l'evolució que han experimentat els sectors elaborador i comercialitzador dels productes, així com les ràpides variacions en els hàbits dels consumidors respecte als productes alimentaris, estan provocant la necessitat de donar un gir a l'orientació dels sistemes esmentats (6). En el segon cas, el subdesenvolupament i la superpoblació fan que sigui molt difícil d'arribar a cobrir les necessitats d'alimentació de la població a partir dels sistemes agrícoles tradicionals (30).

L'estratègia que s'està perfilant com a més efectiva per a la reorientació de l'agricultura de països desenvolupats, és resumida en els quatre punts de la taula 1. És un gir que a Europa es presenta difícil i lent per motius prou evidents. Cal fer un procés d'adaptació en el qual hom comenci amb la introducció paulatina de nous sistemes de producció que siguin assequibles. Això permetrà l'obtenció de nous conreus alternatius, no excedentaris i amb futur econòmic. La diversificació de la produc-

ció que en resultarà, evitarà la caiguda dels preus dels productes que actualment passen llur producció òptima.

Als països menys desenvolupats, a més de millorar els sistemes agrícoles actuals, els cal conreus alternatius rendibles i de ràpid desenvolupament.

La fungicultura (i el cultiu de bolets, més concretament) pot ésser molt important en aquest context. Cal tenir present que el consum i la producció de bolets conreats està creixent a bon ritme perquè és un conreu que permet de transformar i rendibilitzar una bona part dels residus i subproductes agrícoles i agro-industrials que actualment es llencen. Tot plegat, sense requerir grans superfícies. A més, permet la introducció al mercat d'un gran nombre de productes d'interès (bolets, micofarratges per al bestiar remugant, enzims, i metabòlits primaris i secundaris dels fongs) (5,25). També, la FAO i altres organismes, consideren els bolets com un bon aliment que pot contribuir a la nutrició de la població dels països fortament dependents dels cereals, alhora que els consideren una addició vàlida per a equilibrar les dietes d'altres poblacions com les dels països més desenvolupats (12).

- 
- 1- Reducció dels costos de producció, incloent-hi un millor aprofitament energètic dels subproductes animals i vegetals, encara desaprofitats.
  - 2- Remodelació de la superfície conreada, afavorint els conreus més rendibles i evitant l'exagerada producció d'excedents.
  - 3- Introducció de noves espècies i nous productes que pugin ésser menys vulnerables a les variacions del mercat.
  - 4- Increment de la disponibilitat d'aliments rics en vitamines i minerals, i reducció de l'oferta d'aliments d'alt contingut calòric i proteic.


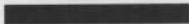


Font: Ciccarone (1987)

---

**Taula 1.** Punts principals de l'estratègia per a la reorientació de l'agricultura a l'Europa Comunitària.

El conreu de bolets (i la fungicultura moderna, més concretament) és l'únic procés de reciclatge lignocel·lulòsic que ha demostrat tenir una rendibilitat econòmica suficient fins ara (25). Seguint el model actual de conreu, és la forma d'explotació agrícola que produeix més proteïnes per unitat de superfície (30) i amb la millor eficiència de conversió dels carbohidrats del medi en proteïnes de l'organisme (figura 1). Per tot això, el conreu de bolets és una activitat que cada vegada pren més força a tot el món, i la FAO està decidida a prestar-li suport com a una de les opcions vàlides per al desenvolupament del medi rural, així com per tal de disminuir els dèficits alimentaris de zones deprimides (12).

El plantejament d'ampliar el ventall d'espècies de bolets comestibles conreats, és vàlid i necessari en tots aquests aspectes que han estat comentats fins ara.

|         | % Eficiència |   |
|---------|--------------|---|
| Bolets  | 65           |  |
| Porcí   | 20           |  |
| Aviram* | 15           |  |
| Vaquí   | 4            |  |

Nota: (\*) Hom parla d'aviram en general.

Font: National Centre for Mushroom Research and Training (N.C.M.R.T.) (1986)

**Figura 1.** Conversió de carbohidrats del medi en proteïnes de l'organisme (en percentatge d'eficiència).

### 3. EL CONREU DE LES MÚRGOLES

#### 3.1. Motivació

A l'hora de plantejar una nova línia de recerca dintre d'ESAB en l'àmbit de l'ampliació del ventall d'espècies de bolets cultivables, les que despertaven més interès eren aquelles espècies que tenen un valor econòmic elevat i que ja es troben introduïdes en el mercat com a bolet d'origen silvestre.

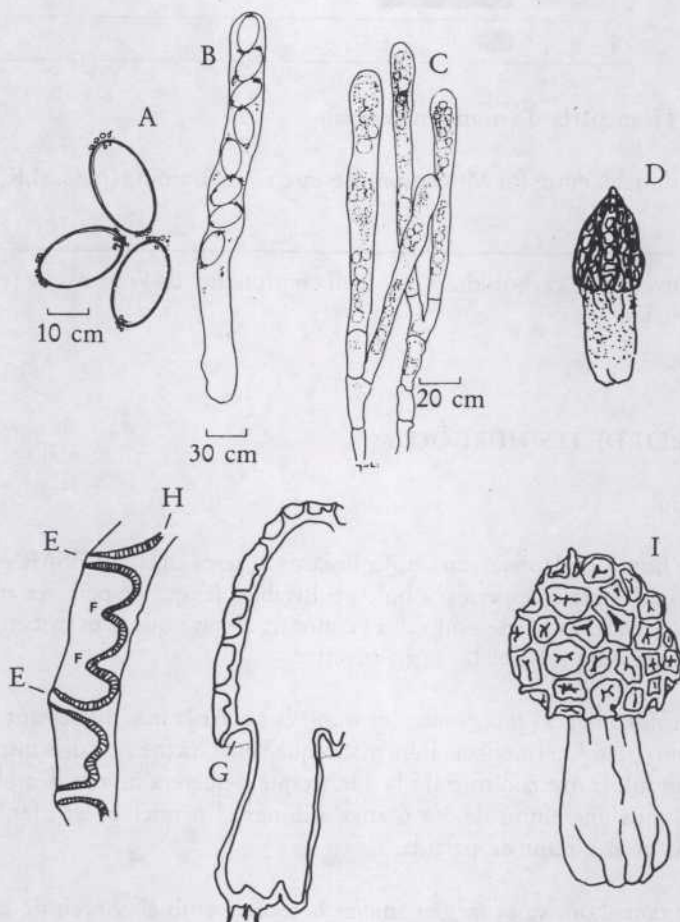
La tòfona negra (*Tuber melanosporum*) és potser la més interessant econòmicament parlant, però l'hermetisme informatiu que l'envolta (a causa dels interessos econòmics que mou), la inversió inicial i la durada que requereix un estudi amb un fong com aquest (triga un mínim de 3 a 6 anys a donar el primer bolet), fan que sigui poc adequada com a punt de partida.

Per tant, hom va optar per iniciar la recerca amb el conreu de la múrgola (*Morchella spp.*), malgrat que a l'inici del treball encara no havia estat publicat cap mètode eficaç per a conrear-les i la informació existent en aquest camp era escassa. A més, el fet que el cicle biològic de les múrgoles (en estat silvestre) fos d'un sol any (18, 34, etc.) donava a entendre que el seu estudi podia ésser més breu.

L'any 1987 es confirmà l'interès d'aquest bolet, quan va quedar inclòs en la llista de les espècies amb interès preferencial de recerca, segons el grup de treball de la FAO sobre el conreu de bolets (12).

### 3.2. La múrgola

Els bolets anomenats «múrgola» s'agrupen taxonòmicament en espècies i subespècies dins el gènere *Morchella*. N'han estat descrites moltes formes diferents, però no hi ha consens entre les diferents escoles taxonòmiques sobre el rang sistemàtic que li correspon a cadascuna. Actualment, tan sols podem comptar amb dues espècies plenament acceptades arreu (de les més de 50 descrites): *Morchella esculenta* Pers. (1794) i *M. conica* Pers. (1818) (amb llurs corresponents sinònims).



**Figura 2.** Morfologia de les múrgoles. *Morchella conica* var. *deliciosa* A: Ascospores. B: Asca. C: Paràfis. D: Carpòfor (*M. conica* / 7 cm alt). E: Cresta d'un alvèol primari. F: Cresta d'un alvèol secundari. G: Val·lècula. H: Himeni. *Morchella rotunda* I: Carpòfor (14 cm alt).

Font: Dibuixos de G. CARRASCOSA (1988) i BRIDE (1955)

La seva complexitat estructural i la forma de reproduir-se sexualment, situen el gènere *Morchella* dins la classe ascomicets. Els seus ascis són cilíndrics, amb 8 espores el·líptiques incolores al microscopi, i solen anar acompanyats de paràfisies (hifes no reproductives presents entremig dels ascis). Dins els ascomicets, les múrgoles s'inclouen a la sèrie discomicets, l'ordre de les pezizals, i donen nom a la família de les Morchel·làcies, de la qual són el gènere més important.

Llur carpòfor, totalment buit per dins, presenta ben diferenciades les típiques parts del barret i la cama. El barret és com una unió de diversos apotecis (òrgan reproductiu típic dels ascomicets) en forma d'alvèols primaris, replegats per dins (alvèols secundaris), i la seva forma pot ésser molt variada. És pigmentat amb tonalitats que van de l'ocre al marró fosc o al gris cendrós, i el seu aspecte és el d'una esponja o un rusc d'abelles. La cama és blanquinosa o de coloració rosada, més clara que el barret. Pot presentar replegaments a la part alta i/o a la base, i pot tenir una textura llisa, vellutada, pubescent o farinosa.

### 3.3. Història

El conreu de la múrgola és un dels que més ha estat cercat al llarg dels anys i encara no ha estat aconseguit d'una forma definitiva. Per a fer un resum sobre la història d'aquest conreu, cal parar atenció en tres etapes. Aquestes, s'encavalquen entre elles però marquen clarament les tres tendències diferents que s'han donat.

L'etapa inicial d'aquesta història es caracteritza per l'aparició de diferents mètodes artesanals d'obtenir carpòfors de múrgola. Primer Simer (any 1874), després Baron d'Yvoire (1889) i així, l'un darrera l'altre, fins a Babée (1936), van publicant els resultats de llurs observacions i experiències de conreu i semiconreu del bolet (4, 16, 17, etc.). En conjunt, es tracta de mètodes que no són aplicables dins el marc d'una fungicultura rendible, per raons com ara llur complexitat o la poca fiabilitat en els resultats. Podem dir que el desconeixement dels factors desencadenats de la fructificació del miceli va ser, i ha estat sempre, un dels principals frens per al desenvolupament del conreu de la múrgola.

L'etapa intermèdia comença pels volts de l'any 1936: és l'etapa del desenvolupament del conreu submergit de boles de miceli per a l'alimentació. Des de l'inici de l'estudi d'aquestes noves tècniques de conreu, el miceli de la múrgola cridà l'atenció dels científics (majoritàriament nord-americans) per les seves excel·lents qualitats i la fàcil adaptació al medi líquid i a aquell sistema de conreu (15, 23, 24, etc.). L'etapa intermèdia també fou un període d'assaigs infructuosos i d'un gran nombre d'estudis sobre la fisiologia, l'ecologia i la biologia del fong, amb l'esperança d'arribar a dominar el procés de la seva fructificació.

La darrera etapa, l'actual, és la del desenvolupament del mètode d'Ower per al conreu de la múrgola. Al començament dels anys 80, R. Ower (San Francisco, EUA) va publicar els resultats dels seus estudis sobre la fructificació del fong *Morchella escul-*

*lenta* (29). Més tard, l'any 1986, juntament amb una empresa de biotecnologia, va patentar el seu propi mètode de conreu de múrgoles. A diferència dels altres mètodes descrits, era el primer que presentava una metodologia efectiva i comercialment apta per a aquest conreu i aclaria els principals dubtes sobre el tipus de llavor que calia utilitzar en el procés, el sistema d'obtenir-la i, sobretot, els factors desencadenats del procés de la fructificació.

Amb aquest mètode patentat, doncs, s'han obert noves perspectives per als científics i per als conreadors de bolets. Hi ha molts centres de recerca d'arreu del món que l'han pres com a model de llurs línies. Tanmateix, el conreu no està encara comercialment a punt. Cal resoldre abans algunes llacunes que continuen dificultant el correcte control de la fructificació dels fongs.

### 3.4. Biologia de la múrgola

El cicle biològic de la múrgola és encara força desconegut per a totes les espècies del gènere. Tan sols hom disposa d'algunes dades sobre l'hàbitat i les condicions ambientals sota les quals es desenvolupa la fase sexual; també d'alguna dada referent a la fase conidial.

La fase conidial (o imperfecta) de les múrgoles fou identificada per Molliard l'any 1904 dins el gènere *Costantinella* de les mucedinals. Concretament, hom va relacionar l'espècie *Morchella esculenta* amb *C. cristata* (27). Des d'aleshores quasi no s'ha tornat a estudiar, i tan sols hom coneix que es tracta d'un fong sapròfit que pot viure sobre substrats orgànics semblants als d'on creix la forma sexual.

La fase perfecta del fong és més coneguda i estudiada que l'anterior. Hi ha una hipòtesi força acceptada sobre l'evolució del fong durant aquesta fase: les ascòspores germinen quan les condicions els són favorables, immediatament després de la maduració a la primavera (18, 34). Durant el que resta de l'any, el miceli es desenvolupa mentre l'ambient li ho permet. Produeix esclerocis que l'ajuden a subsistir en períodes de condicions adverses i que, alhora, són la font dels nutrients a partir dels quals es formaran els carpòfors a la primavera següent. És, doncs, un cicle anual tancat que pot derivar cap a la fase imperfecta sota condicions no massa clares.

#### 3.4.1. Les associacions biotròfiques

Hom coneix des de fa molts anys que el miceli de la múrgola sol estar estretament relacionat amb arrels o altres parts subterrànies d'algunes plantes del seu entorn (31, 32, etc.). En el darrer estudi publicat en aquest sentit (3), hom suggereix que les múrgoles podrien tenir una fase simbiòtica o parasítica dins llur cicle sexual. Ateses les característiques d'aquest tipus d'associació i el potencial saprotrofic del miceli, es podrien acceptar dues alternatives que semblen més viables: o bé es tracta d'un parasitisme temporal, o bé es tracta d'una associació biotròfica que està més relacionada amb l'estímul de la formació del carpòfor que no pas amb la seva nutrició estricta.



### 3.5. Ecologia

Les múrgoles són fongs que d'una forma natural es desenvolupen en el sòl (un dels substrats més desconeguts i complexos d'estudiar). La gran riquesa d'organismes que intervenen en aquest medi i la complexitat de les relacions que s'estableixen entre ells, determinen aquesta dificultat.

A més, les múrgoles són fongs ecològicament desconcertants. Es poden trobar colonitzant els hàbitats més diversos i imprevisibles, de forma que és difícil d'unificar criteris sobre quin nínxol ecològic els pertoca. A l'Europa meridional, es troben des de l'alta muntanya fins arran de mar; des dels boscos humits fins els camps de conreu de fruiters de secà; en resum, a tot arreu.

Hom hi observa una certa tendència «domèstica» o «semiruderal» (jardins, camps de conreu, marges, terraplens, runes, matalassos vells, etc.), però alhora són típics de zones forestals (boscos de ribera, de coníferes, prats, etc.) (8, 9, 21, 22, 31, etc.). I cal no oblidar que és en els boscos cremats, antigues carboneres i boscos talats on es poden trobar amb molta abundor (8, 9, 20, 22, etc.).

Una altra de les característiques de les múrgoles és la capacitat de relacionar-se amb arrels i òrgans subterranis d'algunes plantes de llur entorn (tal com ha estat dit en el punt 3.4.1.). Aquest tipus de relacions, de caire biotròfic, ja foren observades al final del segle passat amb *Morchella rotunda* i arbres com *Fraxinus*, i *Ligustrum*, o amb rizomes d'*Helianthus tuberosus* (31, 32, etc.). Actualment, amb el treball de Buscot i Roux (3), el tema es troba força encarrilat: hom sap que el miceli pot envoltar arrels madures (0,3 —1 cm de diàmetre) de plantes molt diverses, formant una massa escleròtica. Aquestes hifes arriben a penetrar fins al teixit floemàtic; no són micorriizes, però.

### 3.6. Consideracions gastronòmiques

Les múrgoles són un aliment d'excel·lent qualitat. Són suaus i toves al paladar, i no causen mai la més mínima incomoditat organolèptica (21). Llur aroma és agradable i fina, i donen cos als plats que hi són cuinats. No obstant això, cada espècie sol tenir característiques diferents i n'hi ha que són més valorades que d'altres.

Fins i tot les boles de miceli obtingudes en conreu submergit també tenen qualitats organolèptiques tan bones com els mateixos bolets, o més.

Aquestes qualitats, juntament amb el fet que es tracta d'un bolet de temporada (només surt a la primavera) i difícil de trobar (21, etc.), l'han convertit en un dels bolets més preats del mercat internacional. Ha arribat a assolir preus de 80 i de més de 150 dolars per kg de bolet fresc i sec (respectivament). Hi ha qui ha gosat definir-les com l'equivalent botànic de la «Pedra Filosofal», que transforma el plom en or.

I les múrgoles, a més de formar part de l'alta gastronomia, compten amb l'avantatge que totes les espècies de llur gènere i dels gèneres veïns són bons comestibles (28), difícils de confondre amb cap bolet metzinós. Tan sols cal tenir la precaució d'assecar-les o de coure-les bé abans de la ingestió; contenen una toxina que és molt fàcil d'eliminar (14).

Finalment, tan sols cal dir que les múrgoles són bolets més rics en greixos que la majoria de bolets comestibles (entre 2% i 8%); poden assolir nivells alts en la composició de proteïnes (màxim 35%), malgrat que puguin ser lleugerament deficients en aminoàcids sofrats (7), i es troben en un terme mitjà pel que fa a la composició en minerals i vitamines.

|              | <i>Cantharellus<br/>cibarius</i><br>(Rossinyol) | <i>Morchella<br/>esculenta</i><br>(Múrgola) | <i>Agaricus<br/>bisporus</i><br>(Xampinyó) | F A O |
|--------------|---|---|--|-------|
| Cistina      | 0,25  | 0,20  | 0,50                                       | 1,2   |
| Isoleucina   | 5,01  | 2,76  | 2,28                                       | 4,2   |
| Leucina      | 10,14   | 5,16  | 10,71                                      | 4,8   |
| Lisina       | 6,08  | 3,86  | 11,40                                      | 4,2   |
| Metionina    | 0,88  | 0,96  | 1,26                                       | 2,2   |
| Fenilalanina | 5,16  | 2,62  | 2,04                                       | 2,8   |
| Treonina     | 6,14  | 3,10  | 3,28                                       | 2,8   |
| Triptòfan    | N.D.  | 1,10  | 1,12                                       | 1,4   |
| Tirosina     | 2,71  | N.D.  | N.D.                                       | 2,8   |
| Valina       | 5,47  | 3,40  | 1,51                                       | 4,2   |
|              | (1)   | (2)   | (2)  | (3)   |

ND = No detectable

**Nota:** Les dades tabulades estan expressades en grams d'aminoàcid per 100 grams de proteïna.

Extret de: (1) - Miljkovic i Džamic (1984)  
 (2) - Samajpati (1979)  
 (3) - Duran i col·laboradors (1988)

**Taula 2.** Confrontació entre el model de perfil d'aminoàcids de la FAO i el de tres espècies de fongs comestibles.

| ESPÈCIE   | Dades expressades en % |      |      |      |      |      | Dades expressades en ppm |      |      |      |     |
|---|------------------------|------|------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|-----|
|   | Prot.                  | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | Zn                       | Cu   | Mn   | Fe   |     |
| <i>Macrolepiota procera</i><br>(Farinera)                         | 12,0                   | 1,16 | 3,90 | 0,06 | 0,15 | 0,39 | 93                       | 20,9 | 14,5 | 120  |     |
| <i>Volvariella</i><br><i>volvacea</i> (bolet<br>de palla d'arròs) | Barret                 | 18,6 | 1,12 | 4,15 | 0,04 | 0,16 | 0,38                     | 72   | 44,0 | 39,5 | 60  |
|   | Cama                   | 17,5 | 1,05 | 4,37 | 0,03 | 0,14 | 0,41                     | 63   | 39,0 | 35,5 | 48  |
| <i>Morchella conica</i><br>var. <i>angusticeps</i><br>(Múrgola)   | Barret                 | 21,9 | 1,20 | 2,90 | 0,07 | 0,11 | 0,37                     | 87   | 22,0 | 17,0 | 242 |
|   | Cama                   | 20,8 | 1,15 | 3,00 | 0,13 | 0,12 | 0,35                     | 73   | 21,0 | 30,0 | 276 |

Nota: Les dades referents a la proteïna són obtingudes empíricament. % Prot. = N · 4,38

Font: Jandaik i col·laboradors (1979)

Taula 3. Composició en proteïna i minerals de diferents espècies de fongs comestibles.

### 3.7. «Mètode d'Ower» per al conreu de les múrgoles

Allò que distingeix aquest mètode de la resta dels que han estat publicats fins ara, és l'originalitat en la forma de tractar el substrat i el miceli, així com la claredat amb la qual es defineixen les diferents etapes del conreu.

És la primera vegada que hom intenta d'establir un conreu de múrgoles partint d'una experiència de laboratori amb la qual hom ja ha aconseguit de fer fructificar el fong anteriorment (29). Així, els seus autors han procurat adaptar el conreu experimental a una lògica comercial.

El conreu (1) queda dividit en diversos estadis:

- Sembra.
- Colonització.
- Formació d'esclerocis.
- Estímul de la fructificació.
- Desenvolupament del carpòfor.

Hom aconsella que es faci la sembra amb esclerocis en lloc de fer-ho amb espores o fragments de miceli (aquest darrer, un dels sistemes més utilitzats en fungicultura). La colonització es fa en un substrat pobre que cal enriquir durant la formació d'esclerocis, per a tornar-lo a empobrir finalment amb l'estímul de la fructificació. Durant aquest quart estadi, a més, cal anegar el substrat durant més de 12 hores. Finalment, mentre el carpòfor es va desenvolupant, cal parar molta atenció en les condicions ambientals si hom vol evitar que aquest avorti.

|                        | Temperatura en °C | % Humitat R. de l'aire | % Humitat R. en el substrat | Flux d'aire en cm/min | Riquesa del medi (1) |
|------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Sembra                 | 18 (10-22)        | N.D.                   | Capacitat de camp           | —                     | +                    |
| Colonització           | 18 (10-22)        | 75 - 95                | 50 - 75                     | —                     | +                    |
| Formació d'esclerocis  | 18 (10-22)        | 75 - 95                | Es rega                     | —                     | ++                   |
| Estímul                | 18 (10-22)        | 75 - 95                | > 100                       | —                     | +                    |
| Carpòfor (0 - 3 cm)    | 18 (10-22)        | 85 - 95                | 50 - 60                     | 20 - 40               | +                    |
| Carpòfor (més de 3 cm) | 10 - 27           | 80 - 95                | 30 - 55                     | 20 - 40               | +                    |

Nota (1). + Indica un medi pobre  
++ Indica un medi molt ric

Taula 4. Mètode d'Ower: Control ambiental al llarg de tot el conreu de les múrgoles.

#### 4. EXPERIÈNCIES REALITZADES

##### 4.1. Experiència sobre la fructificació

Un dels principals problemes amb què s'han trobat els micòlegs en estudiar les múrgoles, ha estat el de resoldre la infertilitat dels micelis quan creixen com a conreus purs en medis i ambient esterilitzats. És per això que l'aparició de primordis de carpòfor en els conreus purs d'una soca de *Morchella esculenta* originària d'un centre txec (soca 1 dels nostres treballs) ens va sorprendre molt en un principi, i va fer dubtar de la seva autenticitat.

En les comparacions que es varen fer posteriorment amb les altres soques (una de las CBS —Holanda— i diverses aïllades al mateix Laboratori de Microbiologia de l'ESAB), es varen començar a confirmar els dubtes inicials.

Hom cregué necessari de dur a terme una identificació de la soca esmentada, intentant de fer-la fructificar. En foren iniciades tres proves:

| SOCA 1   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Tapís dens i fi</li> <li>* Sense miceli aeri</li> <li>* Creixement superficial</li> <li>* Color blanc, opac</li> <li>* Formació de primordis de carpòfor</li> <li>* Diàmetre de les hifes 10 vegades més petit que el de les descripcions.</li> </ul> |

## ALTRES SOQUES

- \* Tapís esclarissat i grumollós
- \* Abundància de miceli aeri
- \* Miceli submergit en el medi
- \* Tonalitats torrades i marronoses translúcides
- \* Formació de petites masses escleròtiques
- \* Diàmetre de les hifes coincident amb el de les descripcions.

Taula 5. Comparació entre la soca 1 i les altres soques de *Morchella esculenta* de la micoteca de l'ESAB.

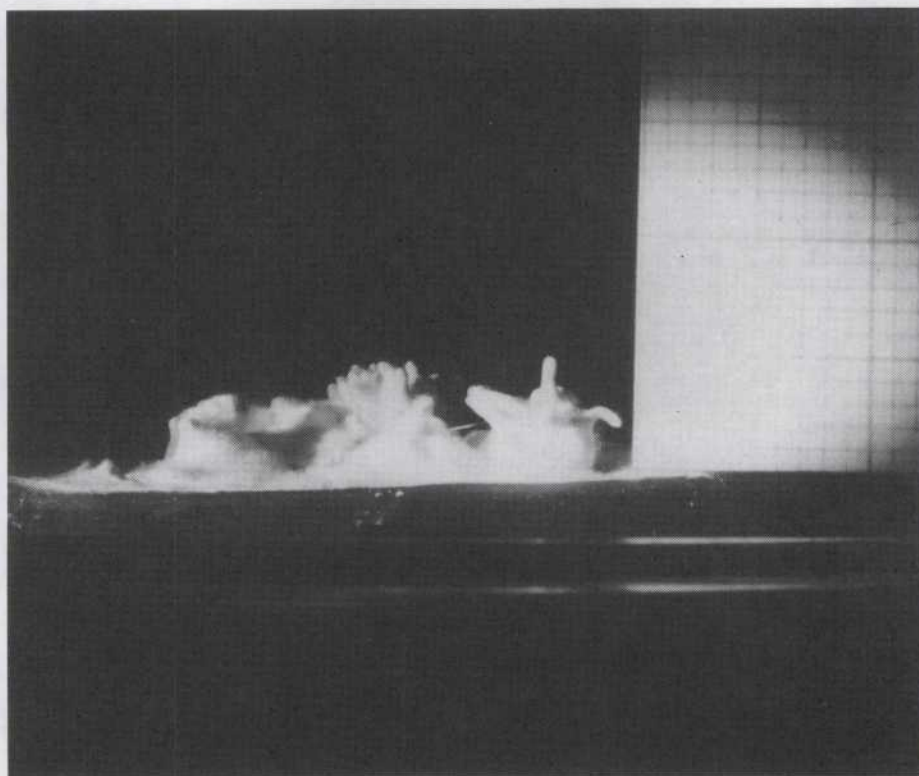
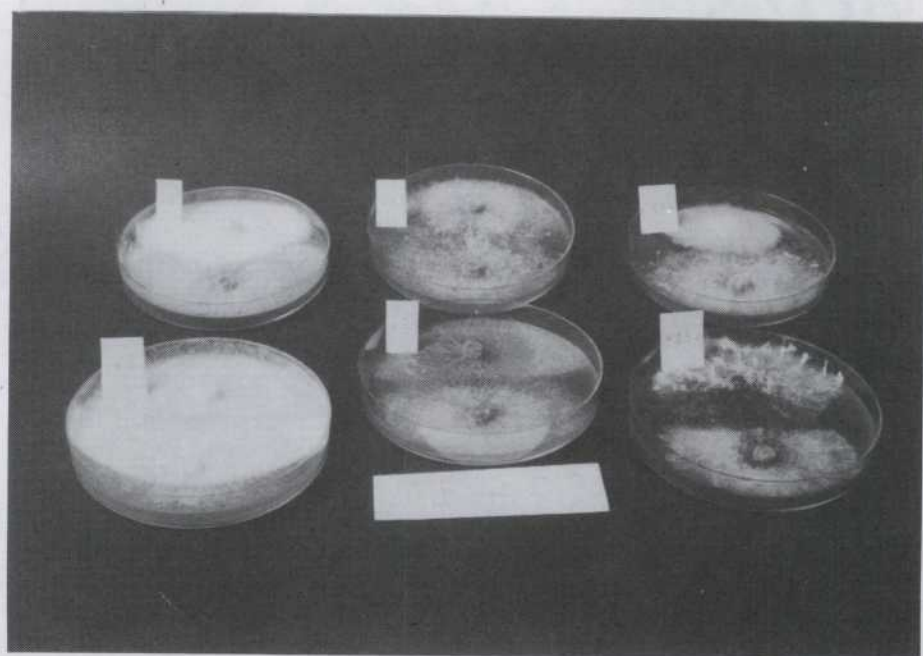
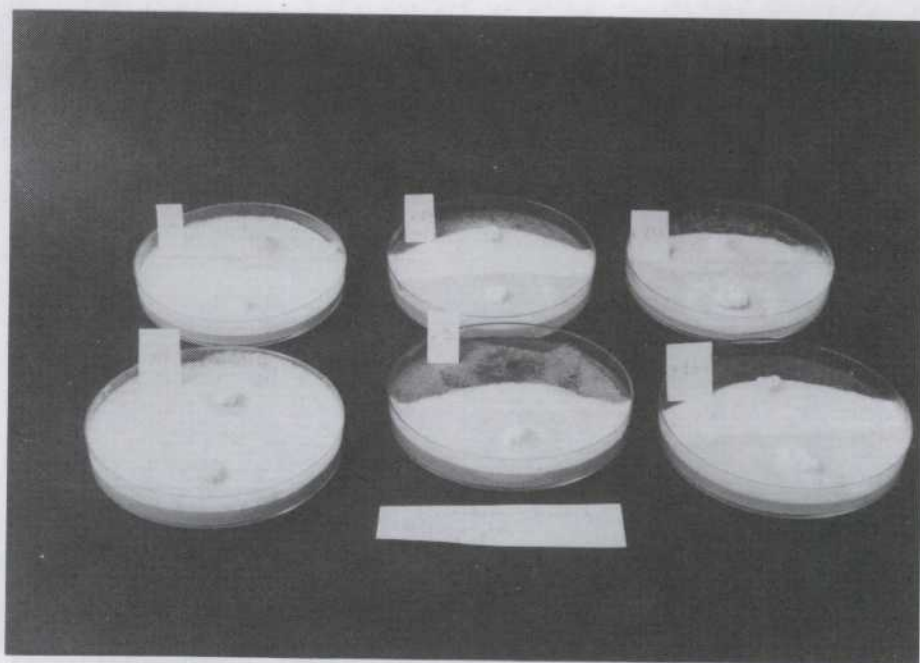


Figura 3. Primordis de carpòfor amb la soca 1.

### 4.1.1. Confrontació de soques

El fenomen de l'antagonisme entre les colònies de fongs de la mateixa espècie és conegut des de fa anys, sobretot per a basidiomicets. En alguns casos fins i tot



**Figura 4.** Resultats de la confrontació de soques (resum). A: Confrontació de Soca 1 amb (d'esquerra a dreta i de dalt a baix) A, 14, 13 b, 1, 2, 13 c. B: Confrontació de Soca 14 amb (el mateix que amb la fotografia anterior).

hom ha aconseguit de fer fructificar micelis gràcies a aquests encreuaments. En el cas de la múrgola «(ja hi ha un precedent (18))», hom no creia possible de poder arribar a la seva fructificació. La intenció era d'observar si la zona d'interacció de les colònies podria ajudar a establir una gradació sobre la proximitat taxonòmica dels micelis encreuats; comprovar si les soques són de la mateixa espècie, d'espècies molt properes o bé d'espècies diferents.

Hom va fer dues confrontacions amb la soca 1, amb soques de diferents espècies del gènere *Morchella* i també amb una del basidiomicet *Agrocybe aegerita* (soca A). Els fongs foren aïllats a partir del repicatge d'un fragment dels respectius carpòfors, i foren conreats amb agar amb extracte de malta (ADSA=MICRO) a pH de 5,5. Les plaques de la confrontació foren incubades a 25° C durant 15 i 20 dies (en la 2a i la 1a confrontació respectivament).

Foren distingits quatre tipus de reacció entre els micelis:

- 1- Encreuament entre Soca 1 i Soca A.
- 2- Encreuament entre les soques 1 o A i la resta.
- 3- Autoencreuaments.
- 4- Encreuaments dins el gènere *Morchella* (fossin o no de la mateixa espècie).  
(Vegeu figura 3.2.)

La gran diferència de comportament entre la soca 1 i la resta de soques de múrgola féu pensar que, molt probablement, la primera no pertanyia a aquest gènere d'ascomicets. En el cas que es tractés d'un basidiomicet, fet del tot probable atesa la semblança de comportament amb la soca A, es podria tractar d'una soca monocariòtica tal com es desprèn dels principals trets anatòmics de les cèl·lules de les hifes.

Aquest tipus de confrontació es va mostrar del tot ineficaç per a resoldre el problema de la infertilitat del miceli de *Morchella*. Probablement donarà millors resultats si hom prova de fer-la amb fongs i/o bacteris antagonistes propis dels indrets on creixen les múrgoles.

#### 4.1.2. Estudi de l'efecte de la llum i l'airejament sobre la formació de primordis

La idea d'aquesta prova va néixer arran del treball publicat per Schwates (35) en el qual una soca de *Lentinus tigrinus* (basidiomicet) podia produir el mateix tipus de primordis que la soca 1 de *M. esculenta*, en funció de les condicions de llum i airejament a les quals es veia sotmès el seu miceli.

En aquest cas, com a medi de conreu fou utilitzat l'agar amb extracte de malta de la casa Oxoid, atès que havia demostrat ésser el més eficient per a la formació de primordis.

La prova es va fer amb flascons de Roux als quals hom hi acoblà un mecanisme d'airejament forçat. L'airejament fou aconseguit canalitzant i filtrant l'aire a la



**Figura 5.** Formació de primordis de la Soca 1. Resultats del primer assaig. A: Sense airejar. B: amb airejament.



sortida d'una bomba de membrana i fent-lo borbollejar en aigua destil·lada esterilitzada per tal d'evitar possibles problemes de deshidratació del conreu.

La foscor dels recipients fou aconseguida embolicant-los amb una làmina d'alumini.

Els flascons foren mantinguts l'un al costat de l'altre a temperatura ambient.

En un primer assaig, en el qual fou provada l'eficàcia del mecanisme d'airejament forçat, hom pogué comprovar que els primordis es formaven a tot arreu quan el flascó era airejat, mentre que tan sols se'n formaven al costat del coll de l'ampolla en l'altre cas.

En el segon assaig, on ja fou introduïda la variable «efecte llum (llum/foscor)», hom pogué observar una major pigmentació del miceli (tonalitats marronoses) quan era exposat a la llum. Els efectes de l'airejament no foren tan marcats com en el primer assaig.

A partir dels resultats obtinguts en ambdós assaigs, hom pot afirmar que ni la llum ni l'airejament no són factors desencadenants de la formació de primordis amb la soca 1, ni tampoc tenen una clara incidència sobre llur desenvolupament. No obstant això, tant l'un com l'altre poden afavorir la formació d'un major nombre de primordis.

#### 4.1.3. Conreu sobre gra de sègol

És prou conegut que la riquesa i varietat de nutrients del medi pot ésser un factor altament limitant de cara a la fructificació d'un miceli. És per això que hom provà de conrear la soca 1 sobre gra de sègol bullit i esterilitzat, ja que és un substrat amb una gran riquesa en micro i macronutrients.

El gra de sègol (sense fungicides) fou bullit i posat en un recipient de vidre. Fou esterilitzat a l'autoclau durant dos períodes consecutius de 20 minuts a 110° C i 1,4 atmosferes de pressió. Un cop fred, fou inoculat amb fragments de conreu pur del miceli de la soca 1 i mantingut a temperatura ambient, evitant que es deshidratés (regant-lo amb aigua esterilitzada).

En pocs dies, el miceli colonitzà el gra fins a formar una massa compacta d'hifes que recordaven els primordis formats prop del coll de l'ampolla en la prova anterior. Això fa pensar que si la fructificació d'aquesta soca realment depengués dels nutrients del medi, en tot cas el gra de sègol no seria el substrat adequat.

#### 4.1.4. Conclusions de l'experiència

En primer lloc cal comptar amb la possibilitat que ens va suggerir la Dra. A. Ginterová (persona que ens va proporcionar la soca 1 —Txecoslovàquia—), segons

la qual si el miceli no fructificava, podria ésser degut a les condicions físico-químiques del substrat. Va suggerir-nos que col·loquéssim una capa de torba humida com a terra de cobertura en el conreu.

No obstant això, davant les grans diferències observades entre la soca 1 i la resta de soques del gènere *Morchella*, caldria pensar que es tracta del miceli d'un altre fong. Per les seves característiques, es podria tractar del miceli monocariòtic d'un basidiomicet.

#### 4.2. Experiència sobre les relacions interespecífiques de les múrgoles amb altres organismes de llur ecosistema

##### 4.2.1. Observació de les associacions biotròfiques entre les arrels de les coníferes i el miceli de *Morchella conica*

Ja des del final del segle passat hom observà que les hifes de *Morchella esculenta* formaven una trama per sota el carpòfor (10). També hom observà que aquestes hifes podien agrupar-se al voltant de les arrels de les plantes properes i quedar-s'hi adherides (31).

Un segle més tard, el 1987, Buscot i Roux publicaren una nota (3) on era analitzat a fons aquest tipus de relació «fong/arrel», i hom començà a definir criteris sobre les seves característiques i funcionalitat (vegeu el punt 2.3.).

Així, vàrem creure interessant de poder conèixer si les altres espècies de múrgola també establien relacions similars amb els òrgans subterranis de les plantes veïnes.

Vàrem escollir un erol de *M. conica* a la Cerdanya. Es va fer un perfil de les capes de terra subjacents a la cama del carpòfor i una presa de mostres (foren arrencades múrgoles amb un pa de terra d'aproximadament 8.000 centímetres cúbics).

Hom féu el perfil extraient les partícules del sòl *in situ*, una per una, amb pinces. L'estudi de les tofes de miceli (masses d'hifes al voltant de les arrels) fou dut a terme al laboratori a partir de les mostres preses. Per a extreure la terra d'aquestes mostres, hom utilitzà un procés no agressiu: amb banys d'aigua, sacsejament suau i raig d'aigua a baixa pressió. El procés durà entre 3 i 4 hores, atesa la gran quantitat d'arrels de gramínies que hi havia.

En el perfil, hom observà agregats d'hifes d'un diàmetre aproximat de 3,5 mil·límetres. El miceli era molt semblant al de les hifes aèries que es formen en conreu pur de múrgola sobre medi d'agar. Amb el rentat del pa de terra de les mostres, no es pogué aconseguir d'aïllar totalment cap tofa d'hifes per causa de les arrels de les gramínies. No obstant això, hom pogué observar perfectament que una xarxa espessa d'hifes s'estenia al voltant d'aquelles arrels i de la d'una conífera, que ja tenia un diàmetre d'un centímetre.

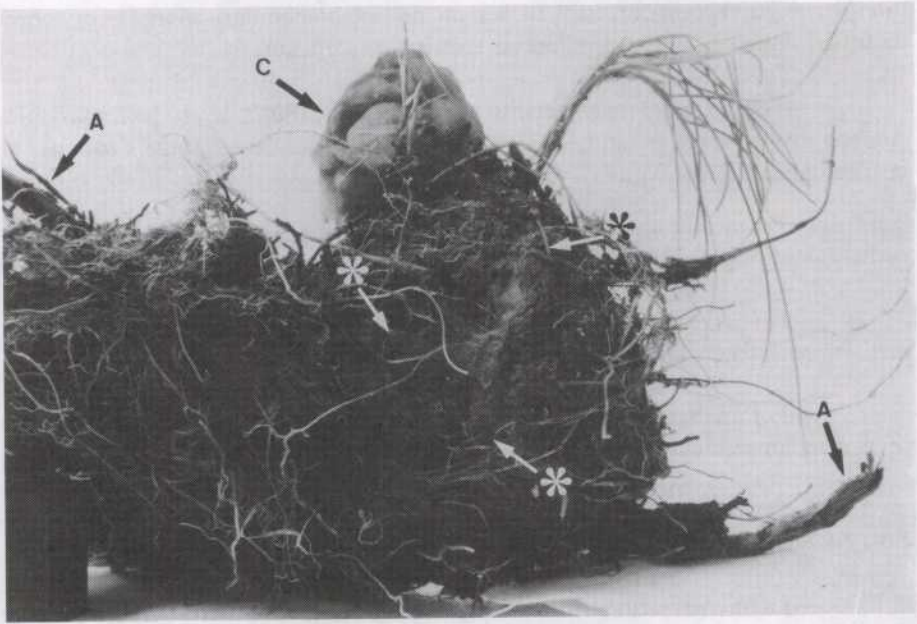


Figura 6. Observació de tofes de miceli amb *M. conica*.

A: Arrel de conífera. C: Cama del carpòfor de la múrgola. \*: Tofa de miceli envoltant arrels i terra.

Els agregats d'hifes trobats entre 1'5 i 2 centímetres per sota la cama del bolet, no semblava que tinguessin cap funció concreta, si no es tractava de l'inici de la formació d'un escleroci o quelcom de similar. La tofa de miceli trobada per a *M. conica* no era igual que la que s'havia descrit anteriorment per a *M. rotunda* (3). Tanmateix, tenint present que era igualment una massa espessa de miceli i que envoltava una arrel adulta, hom podria afirmar que es tractava d'un òrgan amb finalitats molt semblants.

Les diferències morfològiques poden ésser atribuïdes a característiques específiques; si es confirmava aquesta dada, les tofes de miceli podrien ésser tingudes en compte com a caràcter descriptiu dins la taxonomia del gènere *Morchella*.

## 5. DISCUSSIÓ I PERSPECTIVES

### 5.1. Sobre les expectatives de la fungicultura

El conreu de fongs és una de les formes de producció de biomassa que més han evolucionat durant els darrers decennis. Les característiques pròpies d'aquests organismes (desenvolupament ràpid, agressivitat enzimàtica, riquesa de nutrients i metabòlits aprofitables, simplicitat de l'organisme, etc.) faciliten i justifiquen el creixent

interès que ha experimentat aquest vessant de la biotecnologia aplicada. El conreu de fongs, doncs, té un gran potencial econòmic i de futur:

—Pot permetre una diversificació de l'actual gamma de productes agrícoles. Aquesta diversificació és tan necessària per als països més desenvolupats com per als de l'anomenat Tercer Món.

—Pot satisfer una part de la demanda d'aliments de qualitat i de la d'aliments de baix contingut calòric.

—Pot permetre de convertir molts dels actuals residus lignocel·lulòsics (i orgànics, en general) en farratges, combustibles, etc.

—Pot arribar a ésser un sistema eficaç a l'hora de depurar i/o reciclar cert tipus d'aigües residuals que són riques en matèria orgànica no estabilitzada.

—Pot representar la implantació d'un nou sector dins la producció, elaboració i comercialització de productes alimentaris.

—La micorrizació (associar fongs a les arrels d'arbres), en un futur no gaire llunyà, pot permetre una millora notable en repoblacions forestals; tant de producció intensiva com de colonització d'ambients de condicions extremes.

—A través de fermentacions controlades és com s'obtenen i s'obtidran moltes substàncies metabòliques (antibiòtics, enzims, etc.) d'una gran importància en el futur desenvolupament de la humanitat.

## 5.2. Sobre la recerca realitzada a l'ESAB

Per a dur a terme aquest treball des de l'ESAB, ha calgut iniciar un procés de recopilació de dades a partir de les quals fos possible de formar-se una idea aproximada de la situació actual de la fungicultura.

Hom ha començat, doncs, amb un seguiment bibliogràfic força extens. Paral·lelament, ha estat feta una posada al dia sobre les publicacions més destacades i els centres de producció o de recerca que treballen en fungicultura. Tot plegat ha permès d'assolir un coneixement global de moltes de les línies en què hom està treballant arreu del món.

Conseqüentment, ha estat establert contacte amb diversos dels Centres esmentats i amb alguns científics i productors. També hom ha participat en el «Meeting on Mushroom Research in Europe» (1987, Roma) organitzat per la FAO, i ha assistit a «Tecno-mico» (Fira internacional del sector, Verona) i al «XII International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi» (Braunschweig, RFA).

De la infraestructura creada a l'ESAB fins ara, el més destacable és la micoteca (col·lecció de fongs superiors obtinguts per aïllaments propis i intercanvi amb

altres micoteques). La micoteca de l'ESAB aparegué com una necessitat i com un compromís adquirit a la trobada organitzada per la FAO a Roma. La línia de recerca sobre la múrgola també es troba dins aquests acords (és una de les espècies recomanades).

Cal, però, analitzar a fons aquest treball i definir quines línies poden ésser més interessants per al Departament d'Indústries Agroalimentàries de l'ESAB, així com comunicar a altres Departaments l'interès d'aquelles línies que poden trobar-se en llur àmbit de recerca.

### 5.3. Sobre el desenvolupament futur a l'ESAB

El conreu de fongs abraça un gran nombre de disciplines diferents dins la biotecnologia. Es tracta d'àmbits de recerca on encara hi ha molta feina a fer. A l'ESAB s'hauria d'iniciar un procés de valoració i selecció per tal d'anar centrant els esforços sobre aquells punts on hi ha necessitat i/o possibilitat de treballar en un futur.

Per a aquest procés caldrà tenir presents diferents factors: l'interès de cada opció per ella mateixa, les possibilitats que la línia s'adapti a les característiques del Departament (o viceversa), les possibilitats de trobar finançament, les possibilitats i/o necessitats de col·laborar amb altres Facultats i Centres de Recerca, etc.

Amb tot el que ha estat exposat fins ara, podríem dir que hi ha diverses problemàtiques sobre les quals hom podria treballar:

—Manca de suport científic al conreu de bolets del país: aquesta manca, dins l'Estat espanyol, és un fet palpable, marcat pel quasi nul suport institucional que ha rebut al sector fins ara. Manquen tècnics i enginyers qualificats, manca una captació adequada a les necessitats del sector, etc. El sector no està prou capacitat per a evolucionar al ritme de les fungicultures més avançades.

No obstant això, la producció de bolets de la fungicultura espanyola es troba entre les 15 més importants del món (13). Necessita, doncs, resoldre els seus problemes a tots nivells i ampliar el ventall d'espècies que conrea.

—Excedents agrícoles a la CEE: ja ha estat comentat abans, i no cal dir que qualsevol línia de recerca orientada a millorar i rendibilitzar el conreu de fongs pot ésser de gran interès.

—Encariment dels pinsos i llurs ingredients de qualitat per a la ramaderia intensiva: els fongs poden ésser molt útils amb vistes a transformar certs residus lignocel·lulòsics en farratges de qualitat. És important que es facin autèntics estudis sobre digestibilitat dels fongs i sobre la producció de micofarratges.

—Dificultats per a reciclar els residus orgànics industrials i agrícoles: és un fet que cada vegada van agafant més interès les diferents tècniques que permeten de depurar i reciclar els residus produïts per l'activitat de l'home.

Els residus no són tan sols un problema degut a llurs efectes contaminants sinó també per la dificultat «en si» per trobar la forma adequada de desfer-se'n. Amb la fungicultura, hom els pot arribar a donar una utilitat.

—En degradació dels boscos i avenç de la desertització: cada cop és més important i necessària la tasca que hom pugui fer en aquest camp. El fet de controlar la micorrizació de les plantes al viver i disposar d'una ampla gamma de soques, pot permetre de repoblar amb molta més eficàcia; fins i tot en sòls i zones amb condicions ambientals adverses.

—Igualment, la línia sobre el conreu de les múrgoles que hom ha vingut portant fins ara a l'ESAB continua tenint interès. Cal treballar en la determinació dels factors desencadenants del procés de la fructificació del fong. Hom pot treballar també amb la modalitat de conreu submergit de miceli.

—Finalment, només resta afegir que algunes soques i espècies de fongs tenen un interès especial per a tot centre docent, ja que poden aportar exemples molt didàctics per a la comprensió de la biologia i fisiologia dels fongs superiors.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Anònim (1986). *La culture des morilles. «Brevet Américain sur la culture de la morille»*. Bulletin de la Fédération Nationale Française des Cultivateurs de Champignons; 32: 1027-1035.
2. BRIDE, A. (1955). *Clé pratique pour la détermination des morilles et morillons*. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs, Supp. 1.
3. BUSCOT, F.; ROUX, J. (1987). *Association between living roots and ascocarps of Morchella rotunda*. Transactions of the British Mycological Society, 89 (2) 249-252.
4. CAILLEUX, R. (1969). *Peut-on cultiver les morilles?* Revue de Mycologie, 33 (4) 304-307.
5. CARILLI, A. (1985). *Tecnologie fermentative in stato solido per la bioconversione diretta di residui agro-alimentari in mangimi: Problemi, esperienze e prospettive*. Conversioni Biotecnologiche di scarti e surplus (taula rodona - «Fiera Internazionale Agricola», Foggia).
6. CICCARONE, C. (1987). *Perspectives for the utilization of new edible mushroom species*. Ponència del Meeting on Mushroom Research in Europe (FAO). (Roma).
7. CRISAN, E.V.; SANDS, A. (1978). 6. *Nutritional value*, dias: The biology and cultivation of edible mushrooms (Eds. Chang, S.T.; Hayes, W.A.) Academic Press (Nova York).
8. DELMAS, J.: (1974). *Les morilles. Caractères, écologie, recherches en cours*. P.H.M. Revue Horticole, 146: 23-30.
9. DELMAS, J.; POITOU, N. (1976). *Introduction a l'écologie des morilles en France*. Mushroom Science, 9 (1) 847-857.
10. DUCHARTRE, M. (1878). Bulletin de la Société Botanique de France, 25 (10 maig): 152-154.
11. DURÁN, N.; RODRÍGUEZ J.; GÓMEZ, E.; CAMPOS, V.; BAEZA, J. (1988). *Biomass photochemistry. XI. Photochemical pretreatment of cellulose and its fungal degradation*. Biotechnology and Bioengineering, 31 (3) 215-219.
12. F.A.O. (1987). *Report of Meeting on Mushroom Research in Europe* (Roma).
13. F.A.O. (1987). «Estadística sobre el comerç i la producció mundial de bolets comestibles».
14. FUSTÉ, L.; CASALS, L.; VILARDELL, F. (1979). *Intoxicación por ingesta de Morchella esculenta*. Medicina Clínica, 73: 247-249.

15. GILBERT, F.A. (1960). *The submerged culture of Morchella*. Mycologia, 52 (1) 201-209.
16. HEIM, R. (1936). *La culture des morilles*. Revue de Mycologie, 1 (1). Supp. 1: 10-11.
17. HEIM, R. (1936). *La culture des morilles (suite et fin)*. Revue de Mycologie, 1 (2). Supp. 2: 19-25.
18. HERVEY, A.; BISTIS, G.; LEONG, I. (1978). *Cultural studies of a single ascospore isolates of Morchella esculenta*. Mycologia, 70: 1269-1274.
19. JANDAIAK, C.C.; BHANDARI, A.R.; ARORA, C.L.; RANGAD, C.O. (1978). *Chemical composition of some edible mushroom*. Mushroom Science, 10 (2) 685-688.
20. KAUL, T.N. (1975). *Studies on genus Morchella in Jammu and Kashmir. 1. Soil composition in relation to carpophore development*. Bulletin of the Botanical Society of Bengal, 29 (2) 127-134.
21. KAUSHAL, S.C. (1986). *Morchella - A fascinating mushroom*. Souvenir on Mushrooms, pp. 85-88.
22. LAVENIER, P. (1973). *Contribution a l'étude de la poussée des espèces du genre Morchella en Gironde*. Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux, 3 (9) 195-199.
23. LE DUY, A.; KOSARIC, N.; ZAJIC, J.E. (1977). *Transfer function matrix of the continuous cultivation system of Morchella crassipes in ammonia base waste sulphite liquor*. Biotechnology and Bioengineering, 19 (11) 1653-1666.
24. LITCHFIELD, J.H.; OVERBECK, R.C.; DAVIDSON, R.S. (1963). *Factors affecting the growth of morel mushroom mycelium in submerged culture*. Agricultural and Food Chemistry, 11 (2) 158-162.
25. LYNCH, J.M. (1987). *Utilization of lignocellulosic wastes*. Journal of Applied Bacteriology. Symposium supplement, pp. 71-83.
26. MILJKOVIC, B.; DZAMIC, M. (1984). *Prilog ispitivanju proteina i aminokiselina gljiva vrsta Boletus edulis i Cantharellus cibarius*. Arhiv za Poljoprivredne Nauke, 45 (160) 490-511.
27. MOLLIARD, M. (1904). *Forme conidienne et sclérotés de Morchella esculenta pers*. Revue Générale de Botanique, 16: 209-218.
28. N.C.M.R.T. (1986). *Cultivation of edible mushrooms*. I.C.A.R. Extension Bulletin, 1.
29. OWER, R. (1982). *Notes on the development of the morel ascocarp: Morchella esculenta*. Mycologia, 74 (1) 142-168.
30. PURKAYASTHA, R.P. (1986). *Role of mushrooms in fighting protein malnutrition in India*. Summaries of the Seminar on Mushroom Research and Production, pp. 10-11. (India).
31. ROBERT, E. (1865). *Relation entre la famille des oléinées et les morilles*. Bulletin de la Société Botanique de France, 12 (26 mai) 244-246.
32. ROZE, M.E. (1883). *Le parasitisme du Morchella esculenta Pers. sur l'Helianthus tuberosus L.* Bulletin de la Société Botanique de France, 30 (30 març) 139-143.
33. SAMAJPATI, N. (1978). *Nutritive value of some indian edible mushrooms*. Mushrooms Science, 10 (2) 695-703.
34. SCHMIDT, E.L. (1983). *Spore germination of, and carbohydrate colonization by Morchella esculenta at different soil temperatures*. Mycologia, 75 (5) 870-875.
35. SCHWANTES, H.O. (1969). *Wirkung unterschiedlicher Stickstoffkonzentrationen und verbindungen auf Wachstum und Fruchtkörperbildung von Pilzen*. Mushroom Science, 7: 257-272.