

Estratègies per a la conservació en fresc de la tòfona negra

A càrrec de
Dr. Domingo Blanco Parmo
Universitat de Zaragoza

III Jornada de divulgació sobre el conreu i les característiques de la tòfona.
Universitat de VIC-UCC, 2014
Coordinació: Dra. Consol Blanch

Material d'arxiu

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA



Prof. Dr. Domingo Blanco Parmo

Grupo de Investigación en Alimentos de Origen Vegetal.
Departamento de Producción Animal y Ciencia
de los Alimentos.

Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza
dblanco@unizar.es

MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION, DECONTAMINATION AND PRESERVATION OF *TUBER AESTIVUM* Vit.

C. S. Rivera*, J. E. Reyes**, M. E. Venturini, M. Rodríguez, R. Oria and D. Blanco
Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Zaragoza
Miguel Servet 177, 50013 - Zaragoza (España)
*Departamento de Educación, Puerto Rico
**Universidad del Bio-Bio, Chile
e-mail: dblanco@unizar.es

INTRODUCTION

Truffles are one of the most expensive delicacies on the market. They are very renowned and are of high economic and gastronomic value. Nevertheless, the marketing of the fresh product does not follow the laws and regulations, and postharvest technologies are currently unavailable due to the paucity of research in this area. Aragón, is one of the Spain's main producers of the highly coveted truffles (*Tuber aestivum* and *Tuber melanosporum*). The production, to a great extent, are exported as a fresh product to food markets in France, Italy, England, Japan, United States and other countries. The harvest of truffles has been in constant decline but the demand has never stopped increasing. To satisfy actual demand it is necessary to improve the production and to extend the shelf life by effective storage strategy.

OBJECTIVES

- ▲ Microbiological characterization of *Tuber aestivum* to establish the microbial burden and the sanitary aptitude.
- ▲ To select a decontamination procedure that maintain the organoleptic characteristic of fresh truffles.
- ▲ Designing the hurdle technology that increase the shelf life of summer truffles and consequently improve the international market of the product.

MATERIALS AND METHODS

- ▲ The summer truffles (*Tuber aestivum*) used in these studies were obtained from the producing area of Sarrion, in Teruel (Aragón).

RESULTS

The poster displays several line graphs showing the log CFU/g of various microbial groups over 30 days. The groups include Total aerobic mesophiles, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, and Yeast. A photograph shows a cross-section of a truffle. A diagram illustrates the decontamination process: 'Removing covering soil' followed by 'Ultrasounds' and 'Ethanol 70%'. A table lists the microbial groups analyzed: Total aerobic mesophiles, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*, Moulds and Yeast, and *Listeria monocytogenes*.



Grupo de Investigación en Alimentos de Origen Vegetal y Fúngico - Universidad de Zaragoza



Proyectos INIA: “Desarrollo integral de la truficultura de Teruel”



[PET2007-13-C07-06] [2007-10]

[RTA2010-0007-C02-02] [2011-13]



”Estrategias para la conservación en fresco de la trufa negra



Dra. Eugenia Venturini Crespo
Dra. Carmen Rivera Medina
Lcdo. Pedro Marco Montori
Dr. Domingo Blanco Parmo



III Jornada de divulgación del cultivo y las características de la trufa
8 marzo 2014, Vic (Barcelona)

I. ¿ qué problemas plantea “a priori” instaurar estrategias de conservación en fresco?

1° 9 especies de trufas (*G° Tuber*, *G° Terfezia*) que pueden comercializarse en España en fresco:



La experiencia nos indica que cada especie requiere de una estrategia particular

2° Son alimentos “naturales”: no precisan sistema de conservación
No hay “en general” tradición empresarial

3° El consumidor aun no está preparado para reconocer la calidad

4° Alto % de trufas frescas no sigue los circuitos habituales de comercialización

5° R.D. 30/2009 “Trufa fresca”: se ofertan sin ningún tipo de tratamiento excepto la refrigeración; ! no permite el lavado ;

6°

Es y será preciso invertir en I+D+I
(trufas, boletos, seta cardo, niscalos, etc.)

II. ¿ qué pretendemos?

Aumentar Vida Útil

Mantener la calidad comercial
Garantizar la calidad sanitaria

Factores y agentes
de deterioro

Conocer “RIGOR CIENTÍFICO”
la especie a conservar

Características microbiológicas
“microbiota”

Características fisiológicas

Características sensoriales
y físico-químicas

Normativa legal aplicable

III. Estrategias para conservar la trufa negra fresca y preservar su aroma



1º Refrigeración inmediata tras la recolección

+

2º Eliminación tierra de cobertura

+

3º Selección de materia prima

+

4º Descontaminación microbiana

+

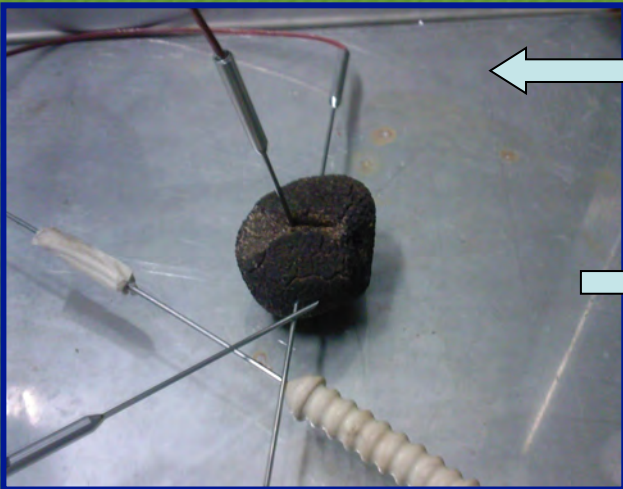
5º Envasado en atmósferas modificadas

Selección atmósfera (% O₂, % CO₂)

Selección película plástica

Refrigeración





¿T^a de congelación de la trufa?

Trufas ≈ 30 g, esféricas
 3 sondas (peridio, centro gleba, zona media)
 3 especies: 2 invierno (*T. mel.*, *T. brum.*)
 1 verano (*T. aestivum*)
 Túnel congelación -25°C
 Programa: testo comfort software basic



→ *T. melanosporum*
 T^a congelación **-1°C** / 18-20'



→ *T. brumale*
 T^a congelación **-0,5°C** / 16-18'



→ *T. aestivum*
 T^a congelación **-0,5°C** / 20-21'

1º Refrigeración inmediata y continua (0°C a 4°C)

Cadena del frío

Δ vida comercial de la trufa

↓ Actividad respiratoria →

↓ Metabolismo (“huele menos”)

↓ Consumo nutrientes

↓ Actividad microbiana:

m.o. alterantes

m.o. patógenos

↓ Actividad de parásitos (larvas)

Las trufas son alimentos vivos: “RESPIRAN”

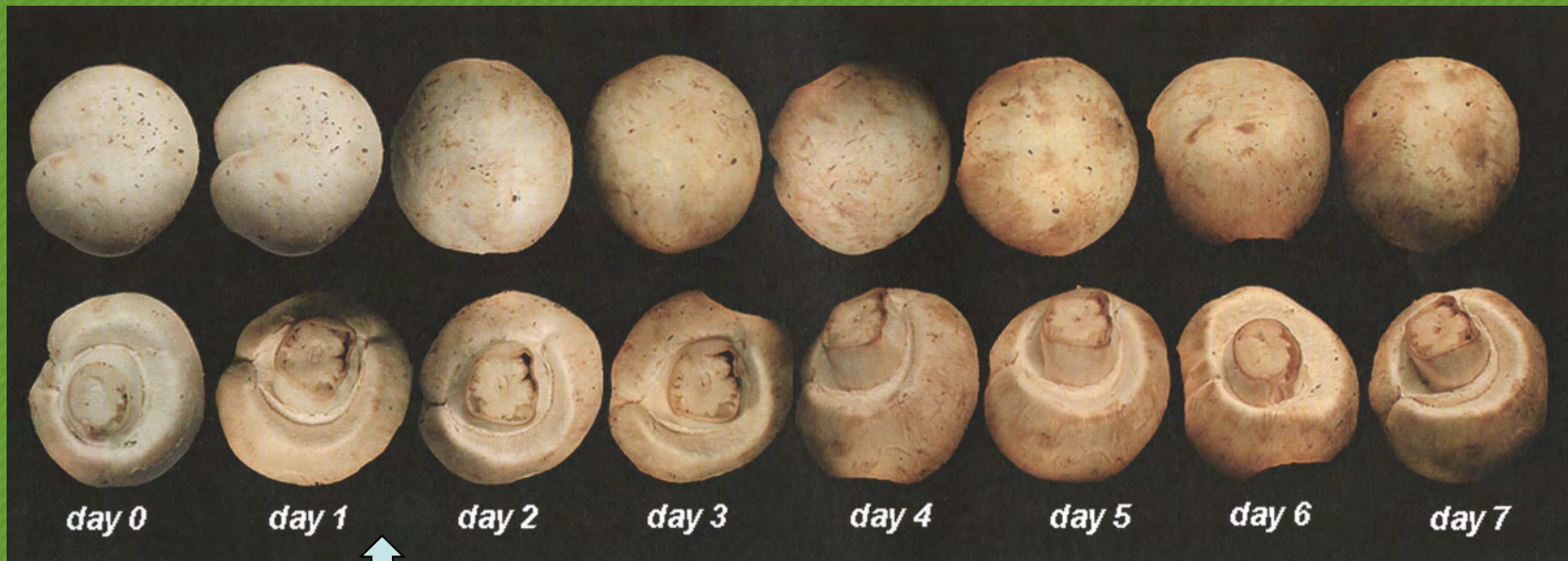


~~Eliminación O₂~~

~~Vacío~~

¡Actividad respiratoria es máxima cuando la trufa está madura!

¿Pero cuánto respira una trufa?



Agaricus bisporus

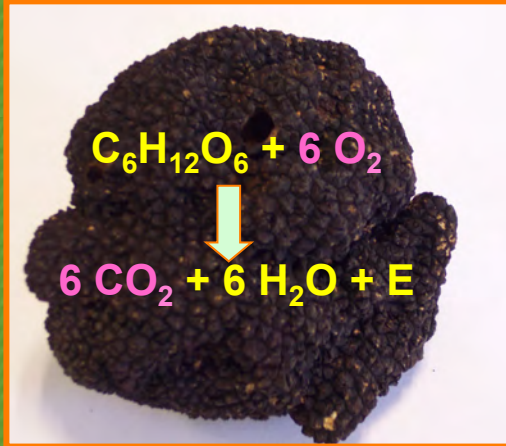
7 días / 5°C

7 días / 15°C



Determinación actividad respiratoria [R_{O_2} , R_{CO_2}]

T. melanosporum vs. *T. aestivum*



% O₂ % CO₂

R= ml / Kg / h

Similar 4 y 10°C

Diferente 23°C:

! *T.m.* >> *T.a.*;

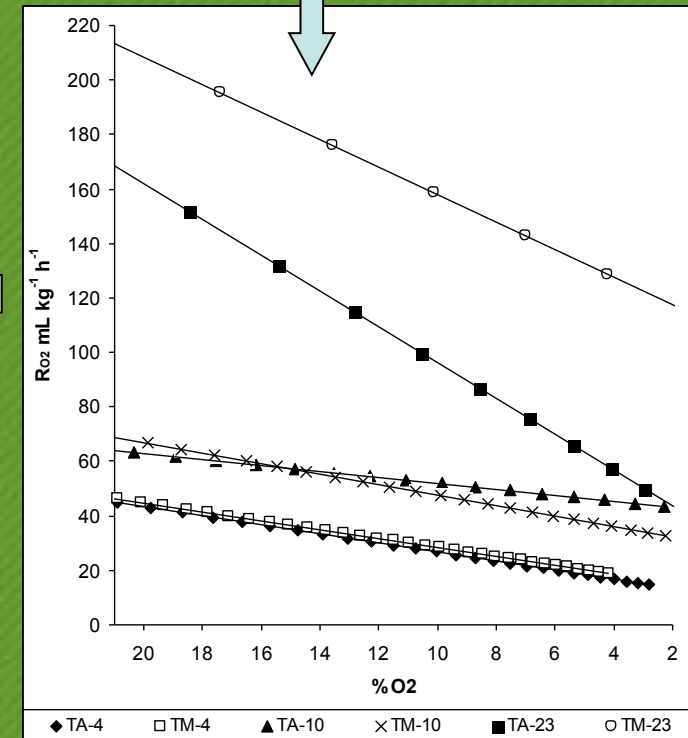
↓
Stres
postrecolección

↓

T^a, aire, Eh⁺, luz

<i>Especie</i>	T ^a	R _{O₂}	R _{CO₂}
<i>T. aestivum</i>	4°C	45	61
	10°C	65	80
	23°C	168	176
<i>T. melanosporum</i>	4°C	45	61
	10°C	71	72
	23°C	217	265

A.R. Δ conforme aumenta la T^a
R_{O₂} y R_{CO₂} muy elevada
Relación lineal A.R. y %O₂



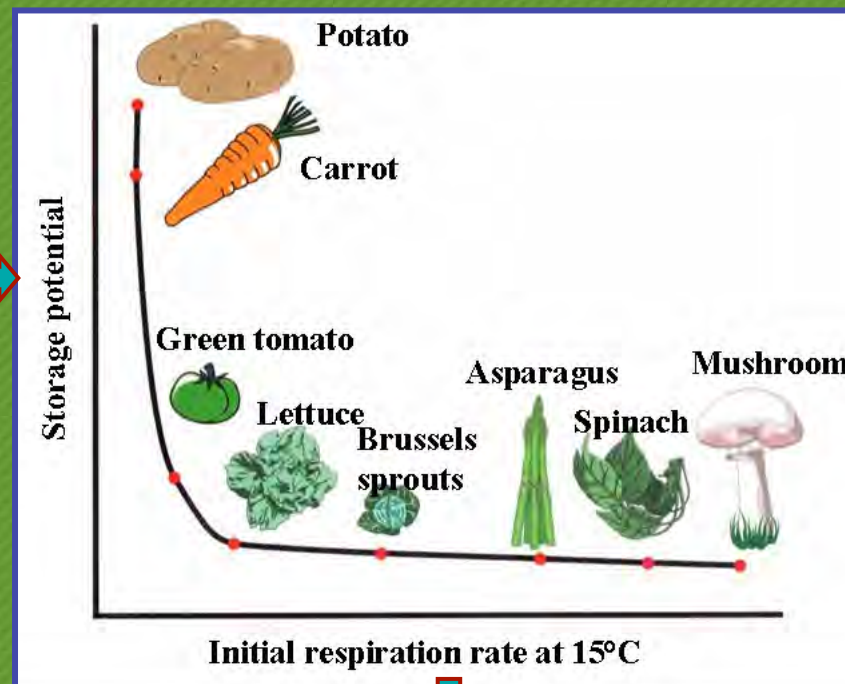


42 ml CO₂ /Kg/h [10°C] < 108 ml CO₂ /Kg/h [10°C] < 355 ml CO₂ /Kg/h [10°C]

Trufas ≈ 70-80 ml CO₂ /Kg/h [10°C]
60 " " [4°C]

Tasa respiratoria a 5°C (ml CO ₂ /Kg/h)	Especie
Muy baja: <5	Frutos secos, calabaza, cebolla
Baja: 5-10	Manzana, cítricos, patata, tomate
Moderada: 11-20	Zanahoria, cereza, melocotón
Alta: 21-30	Alcachofa, endibia, lechuga
Muy alta: >30	Champiñón, espinaca, espárrago

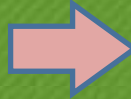
Debemos reducir la T^a
Debemos reducir la [O₂]



Trufas son frutos altamente perecederos



Vida útil en fresco
muy reducida



Cosechadas en plena
madurez, próximas a la
senescencia



Mushroom Description

Truffle

Tuber

Shelf Life

5 Days



Wild or Cultivated

Wild

Description

Strong aromatics dense nut meat like texture

+

Ausencia de tecnologías
post-cosecha: sólo se aplica el frío y
eventualmente

+



2º. Eliminación tierra de cobertura



Agua potable (mejor $< T^a$) + cepillado suave + ultrasonidos

3º. Selección materia prima (La conservación nunca mejora la calidad)



Eliminar

A. Presencia abundante de mohos y trufas senescentes o "pasadas"



B. Traumatismos manifiestos (por cuchillo y/o perro)



Siembran microorganismos; liberan nutrientes
Incrementan la actividad respiratoria; destrucción
peridio barrera física antimicrobiana

C. Presencia masiva de larvas de dípteros y coleópteros micófagos (Técnica de flotación)



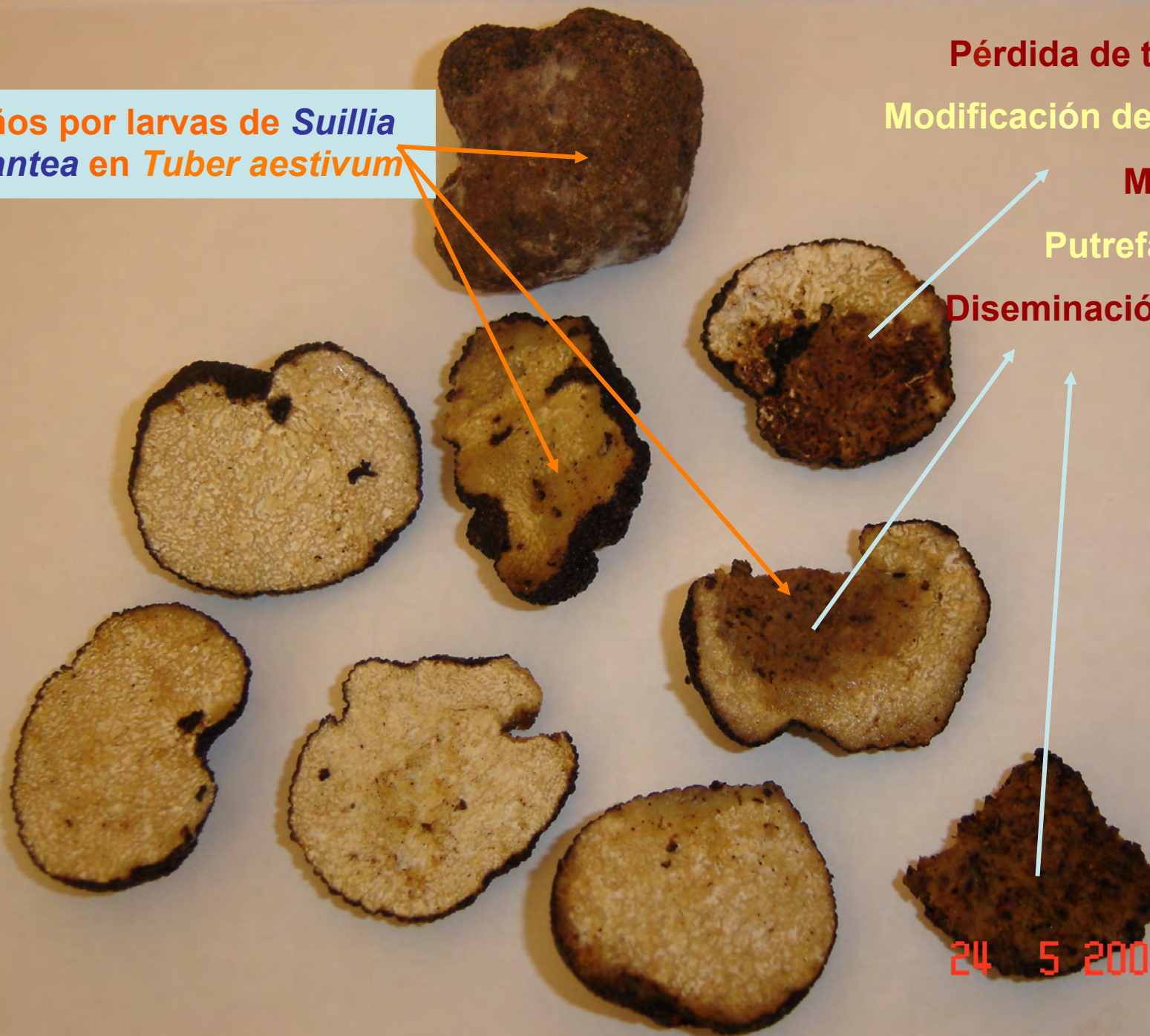
Helomyza tuberivora o *Suillia gigantea* (mosca de la trufa)



Leiodes cinnamomea (escarabajo de la trufa)

Daños por larvas de *Suillia gigantea* en *Tuber aestivum*

Pérdida de textura
Modificación del color
Mal olor
Putrefacción
Diseminación m.o.

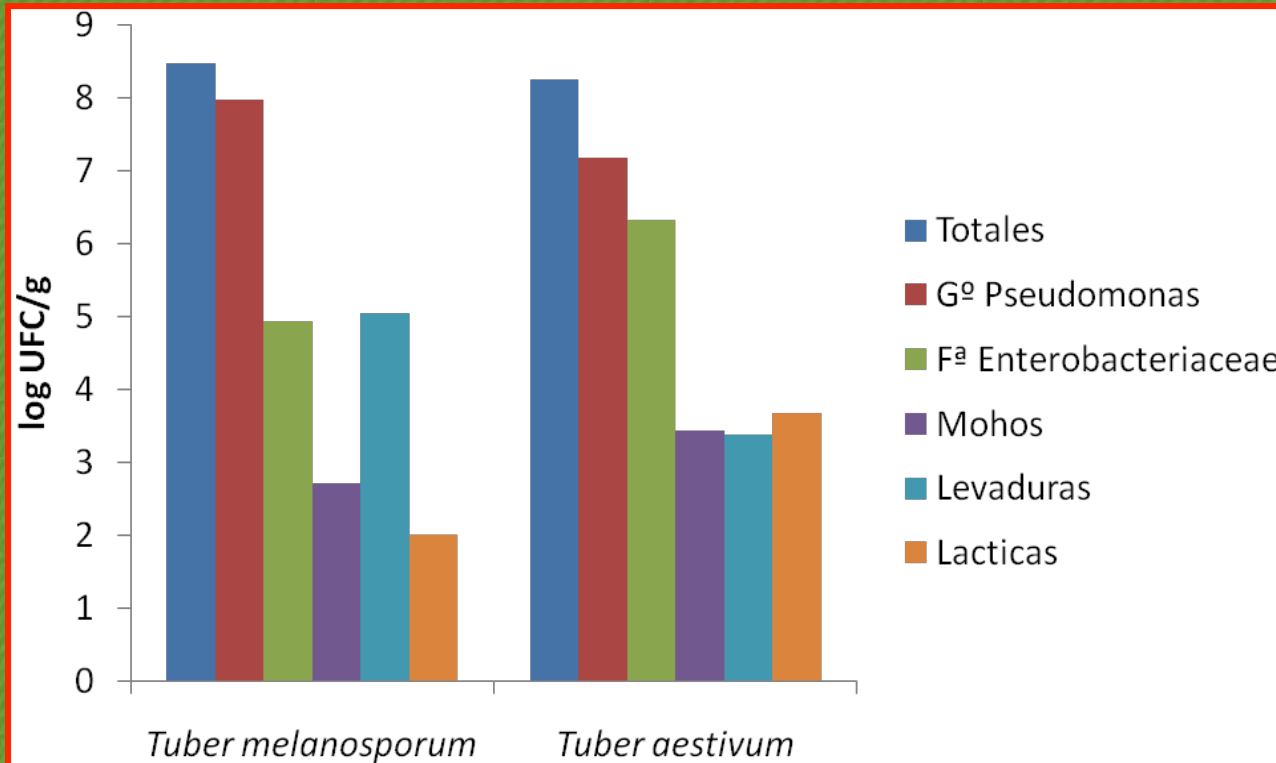


24 5 2005

4º. Descontaminación microbiana

Elevada carga microbiana “superficial” en trufa negra y trufa de verano

¡¡¡ 10^8 m.o. / g = 100.000.000 microorganismos / gramo !!!



- Reducir microorganismos alterantes
- Eliminar microorganismos peligrosos consumidor:

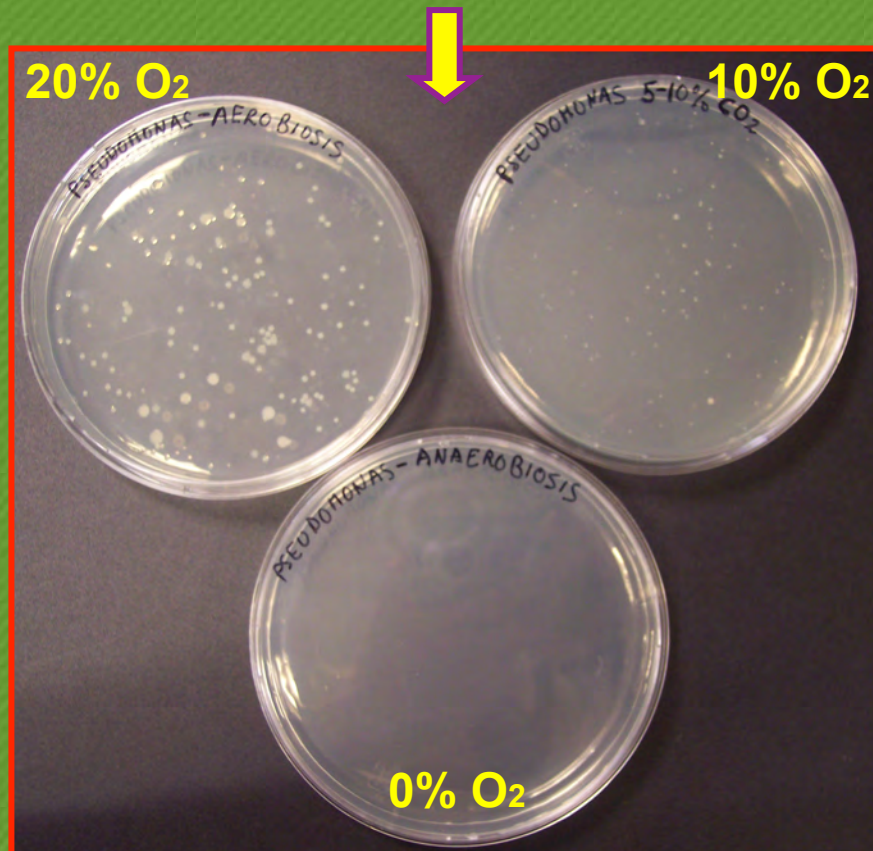
“consumo en crudo”

! Desinsectación !

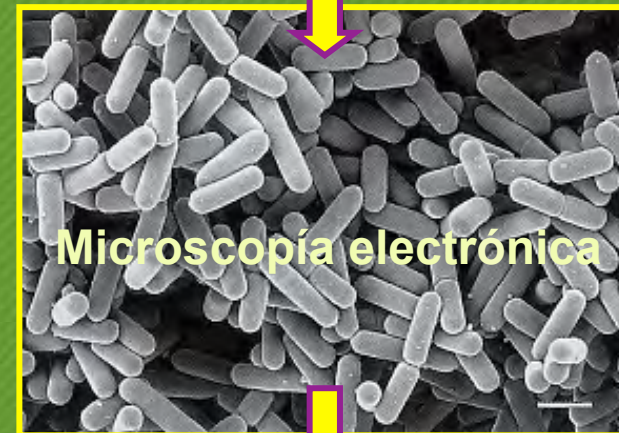
¡ Una trufa sana no tiene microorganismos ni larvas en su interior!

G^o *Pseudomonas*

- ≈ 80-90% microorganismos asociados a la trufa
- Favorecen el desarrollo de la trufa (rizosfera)
- Tras la recolección, pueden comportarse como alterantes
- Principales microorganismos alterantes de carnes, pescados, huevos, leche, verduras y setas: fuertemente proteolíticas
- Crecen bien a T^a de refrigeración y en medios pobres en nutrientes (ej. trufas) pero solo en presencia de aire



Más importante
Ps. fluorescens



Citterio (2001) *T. magnatum*

> 50% quitinasas y celulasas

Colonias de pseudomonas en Agar CFC (25°C / 3 días)

Trufas alteradas por *Pseudomonas* fluorescentes



Trufas expuestas a
luz ultravioleta
365 nm

Trufas sanas,
no
deterioradas

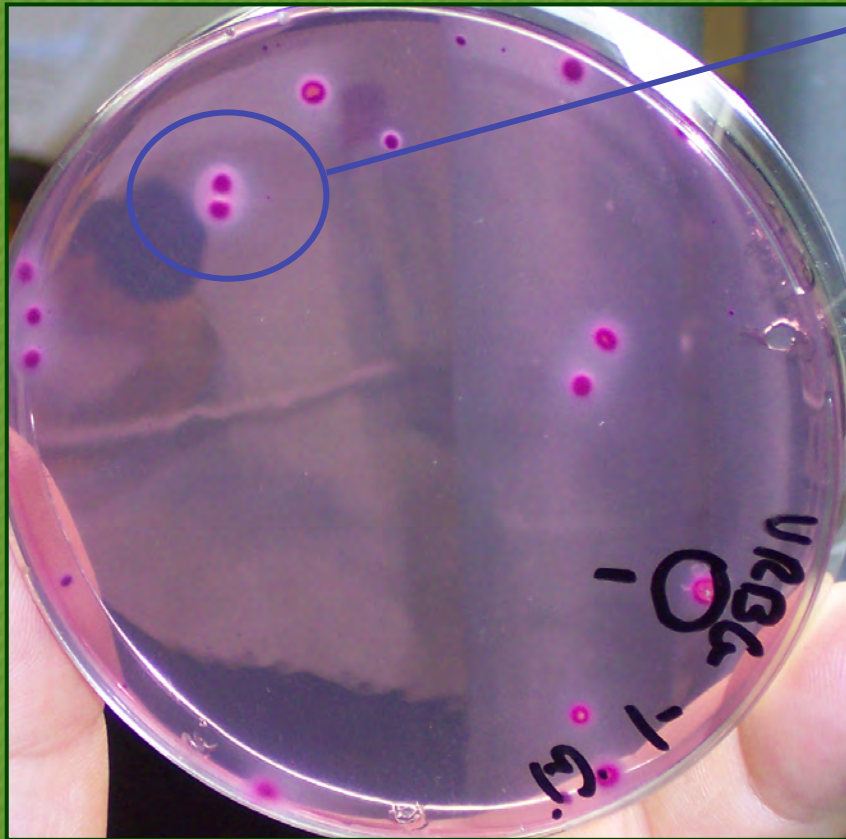
F_a *Enterobacteriaceae*

≈100.000 / gramo trufa

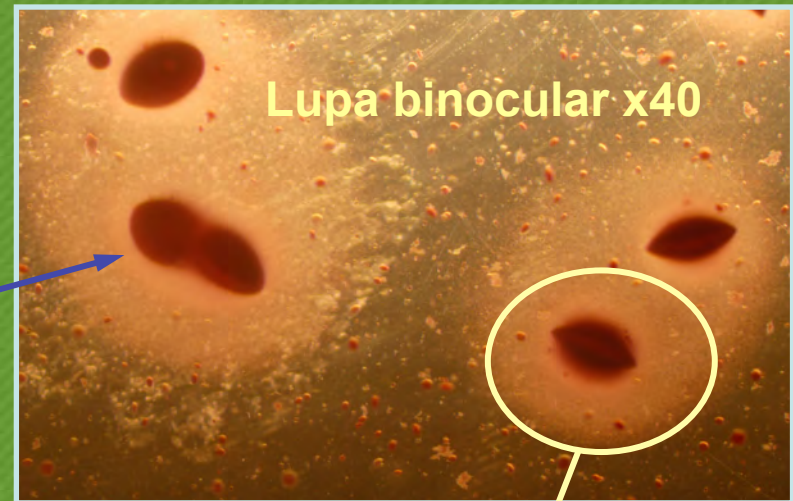
Participan en el deterioro biótico

Crece mal bajo refrigeración

Proteolíticas y fermentativas



Colonias enterobacterias en agar VRBG



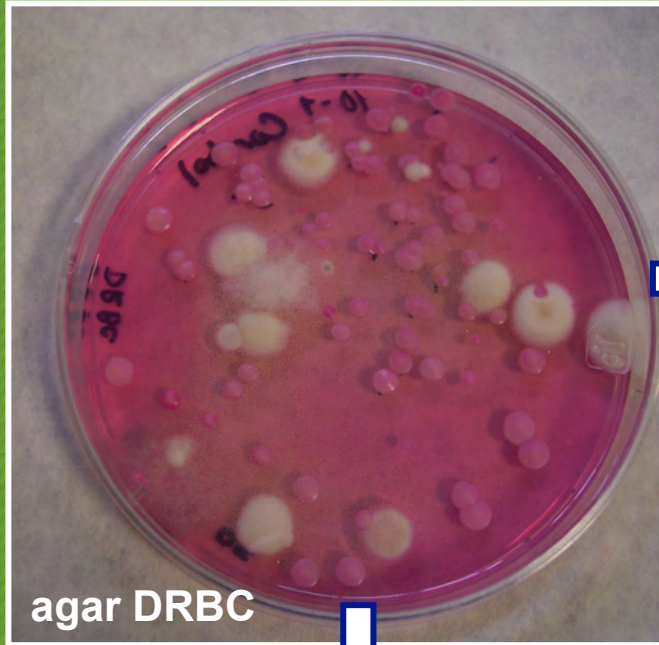
Lupa binocular x40



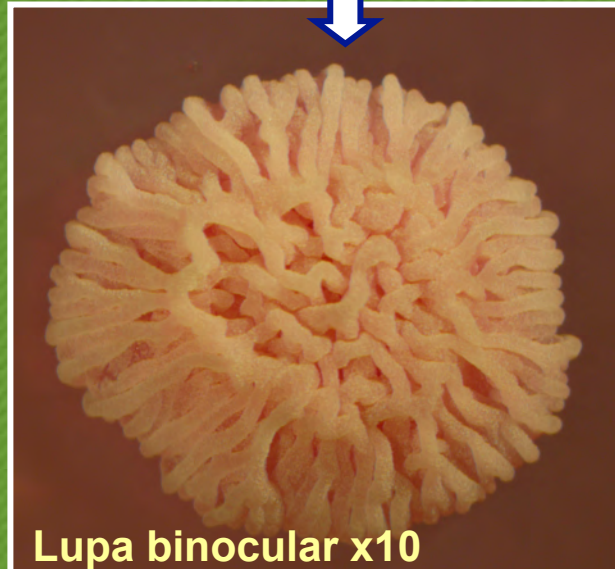
Microscopia electrónica

Levaduras

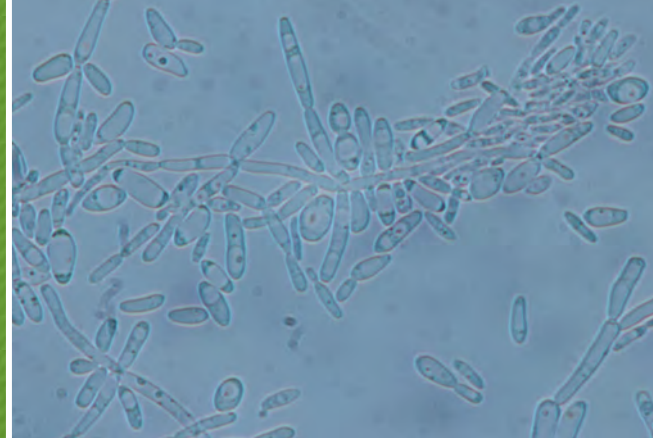
(≈10.000 / gramo trufa)



Lupa binocular x10; *Issatchenkia scutulata*



Microscopía óptica x400



Fermentativas

Aerobias facultativas

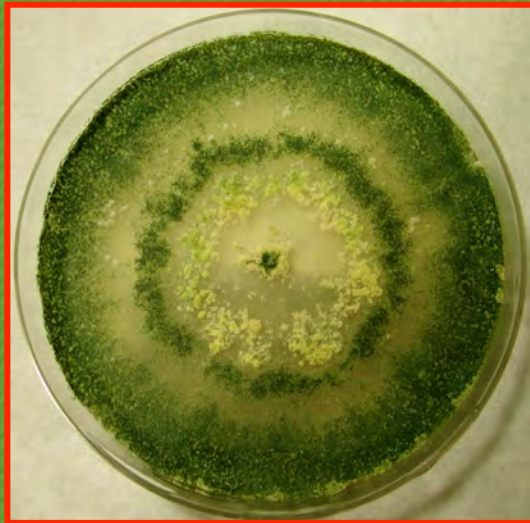
Crecen T^a ambiente

Volumen 1000 veces superior bacterias

¿Aportan aromas?

DMS, DMDS

Mohos ($\approx 1000/\text{gramo trufa}$) : crecen T^a ambiente, solo en presencia
aire, equipo enzimático muy diverso (celulasas y quitinasas).

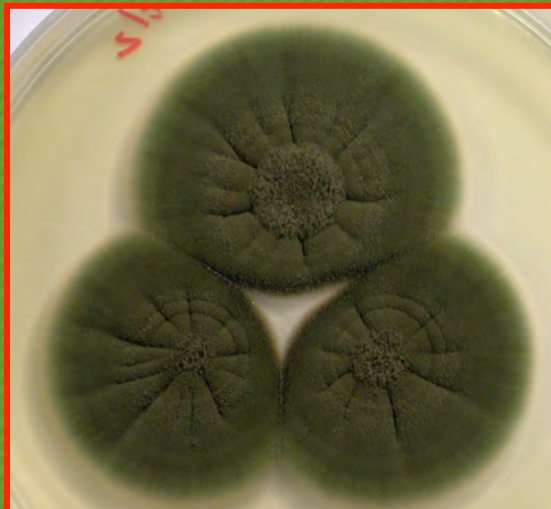


G^o *Trichoderma*

G^o *Penicillium*



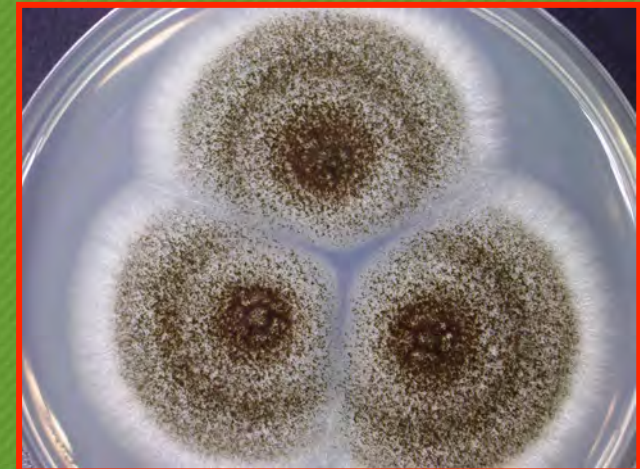
G^o *Penicillium*



G^o *Cladosporium*



Microscopía óptica



G^o *Aspergillus*

Procesos descontaminación microbiana ensayados [*T. aestivum*]



Ultrasonidos 35 kHz

+



Desinfectantes

T. aestivum (1/2 unidades)

+

Aclarado y secado

- > 20.000 vibraciones / segundo [sonicación]
- Eliminan tierra residual
- Facilitan la disgregación de biopelículas o asociaciones microbianas
- Disminuyen la carga microbiana por acción física

Agentes descontaminantes químicos (4°C)



- Hipoclorito sódico (500 mg/L)
- **Etanol 50 y 70% ****
- Peróxido de hidrógeno (5%)
- Ozono

Agentes descontaminantes físicos



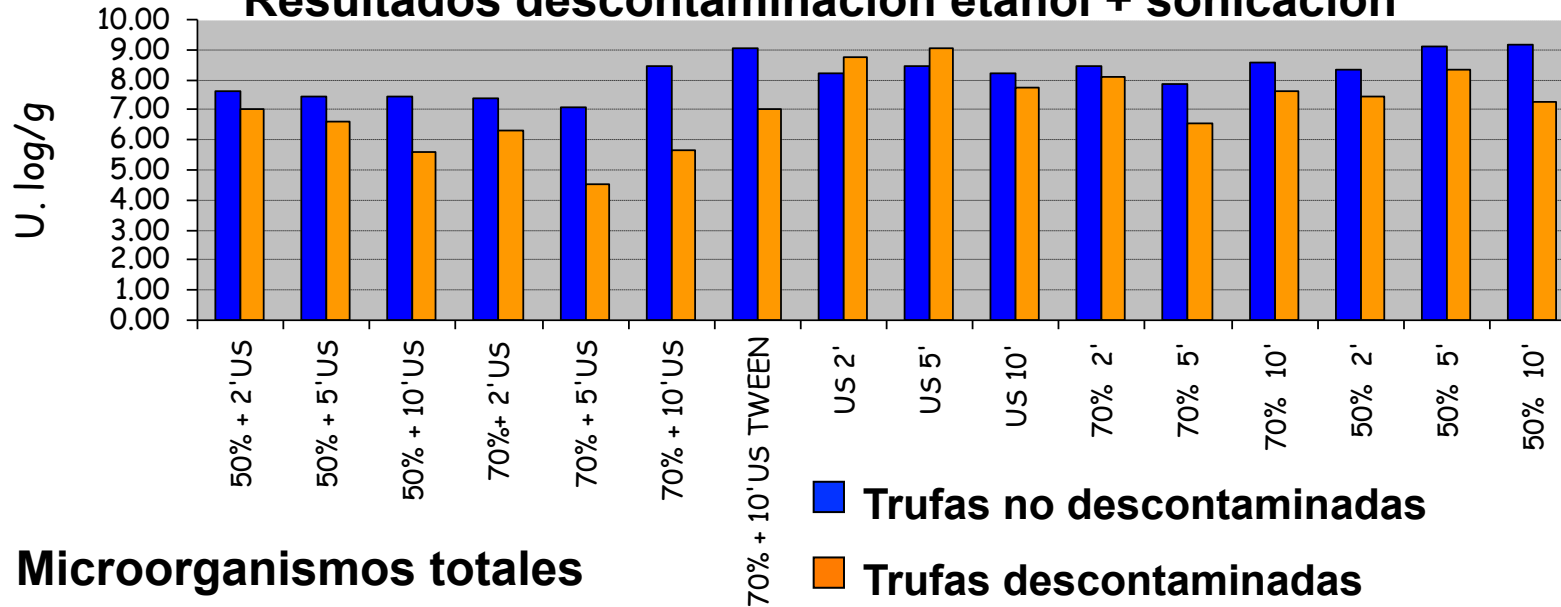
- Altas presiones hidrostáticas (100-300 Mpa)
 - Radiaciones ultravioletas C (254 nm, 10min)
 - **Radiaciones ionizantes (1,5 y 2,5 KGy)****
- ¡Larvas de insectos altamente sensibles!



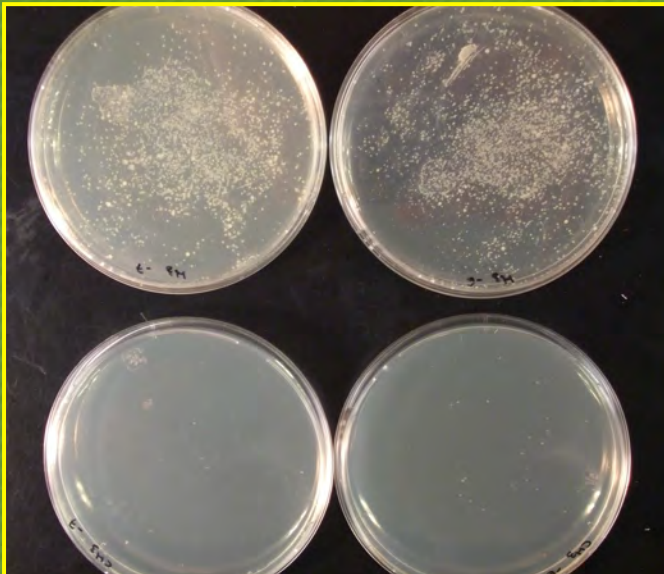
Descontaminación interna

**** Tratamientos más eficaces**

Resultados descontaminación etanol + sonicación



G^o Pseudomonas

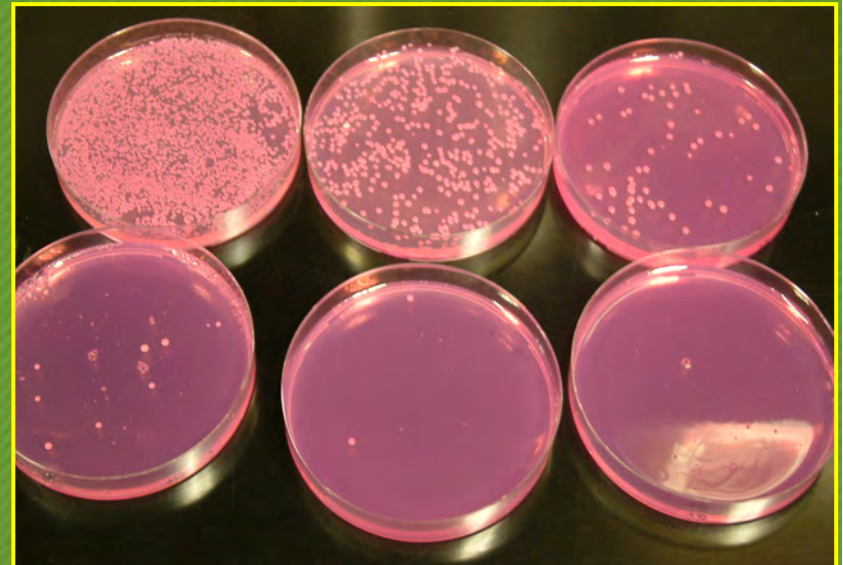


Trufa negra no descontaminada

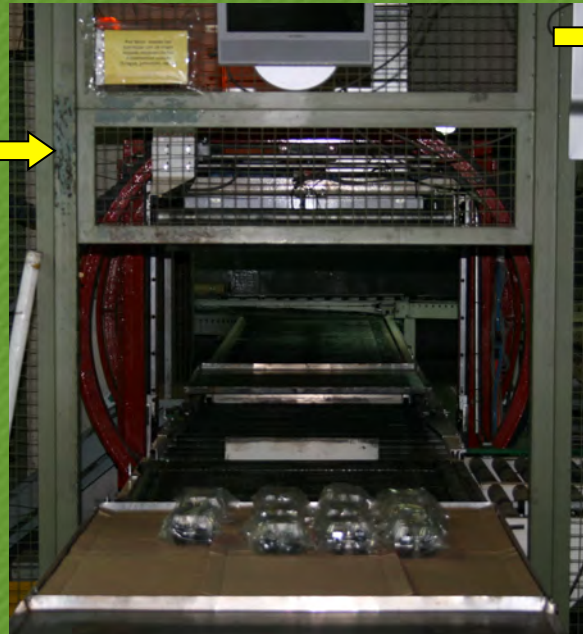
Trufa negra descontaminada

[70% Etanol + 10' Ultrasonidos]

Levaduras

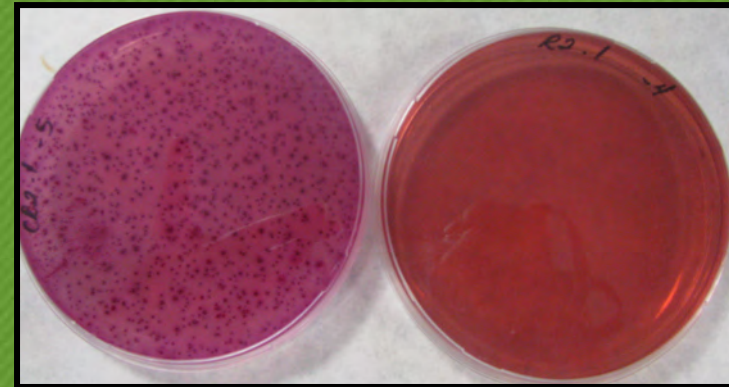


Descontaminación / desinsectación por radiaciones ionizantes (radiaciones β o electrones acelerados)



1,5 kGy y 2,5 kGy

Reducción de 100 millones de m.o. a sólo 100



Destrucción todas larvas

Irradiados 2kGy

No irradiados

No irradiada

1,5kGy

2,5kGy



10 días conservación

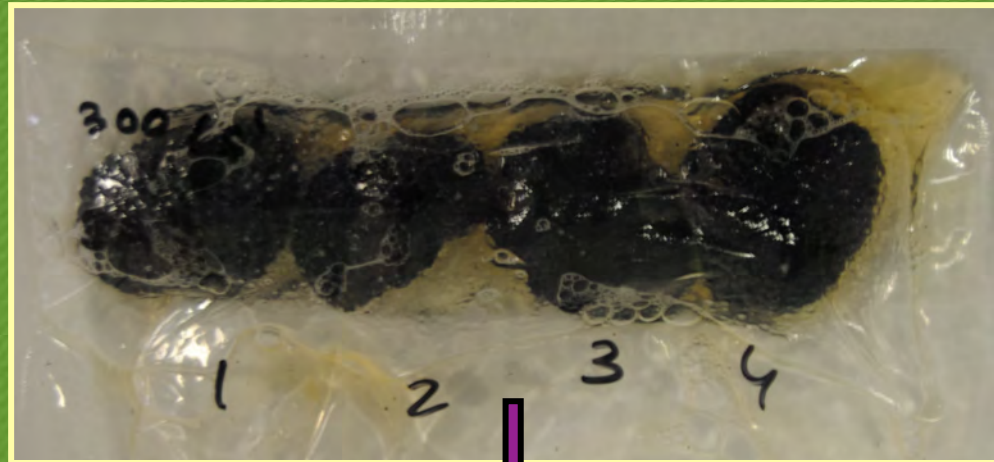
Efecto de radiaciones β sobre *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus*



Irradiados y mantenidos en envases con plástico retractilable



**Descontaminación altas
presiones hidrostáticas
(3000 atm./ 10 min.)**



**Ablandamiento, pérdida CRA, trufas "lloran"
Inactivación larvas de insectos**

5º Envasado en atmósferas modificadas o protectoras

↓ Premisas

- 1ª Establecer carga microbiana y grupos m.o. potencialmente alterantes
- 2ª Conocer la actividad respiratoria de la trufa
- 3ª Estudios de tolerancia a distintas atmósferas

↓



100 ml
minuto



Atmósfera más apropiada

10 %CO₂ ↓ 10 %O₂

Analítica microbiológica

Analítica físico-química

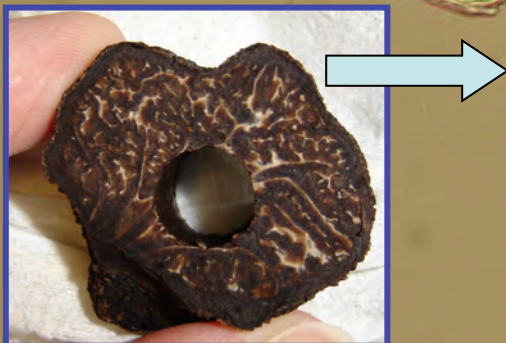
Analítica sensorial

%CO₂-%O₂-% N₂
Aire (0-21-79)
A) 0-5-95
B) 5-20-75
C) 10-10-80
D) 20-20-60
E) 50-20-30

4ª Elección de la película plástica más adecuada

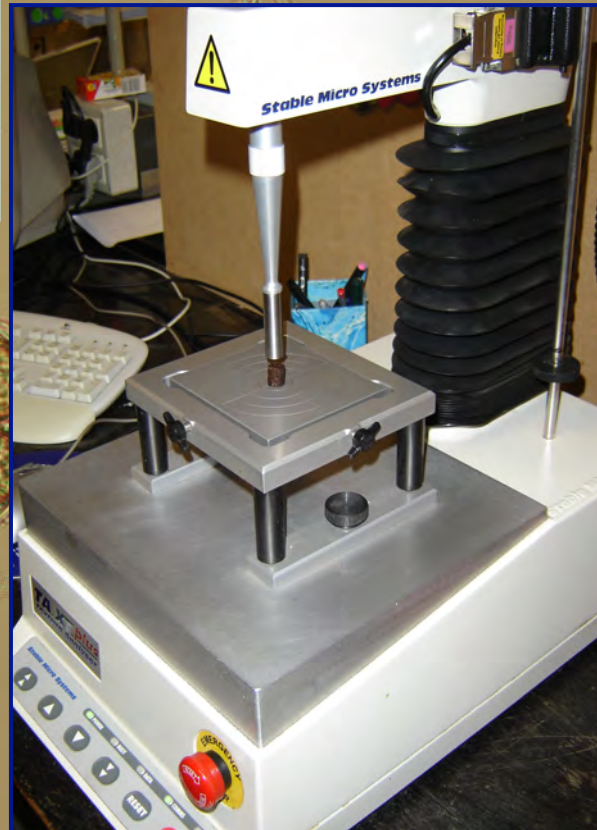
Análisis Microbiológico

- Aerobios mesófilos tot.) (ISO:4833:2003)
- G^o *Pseudomonas* (ISO:13720:2001)
- F^a *Enterobacteriaceae* (ISO:21528:2:2004)
- Mohos y Levaduras (ISO:7954:1998)
- *Listeria monocytogenes* (ISO:11290:1:2004)



Análisis Físico-químico

- Color (colorímetro Minolta)
- Textura (Texturómetro)
- pH (Crison Basic 20)
- Humedad (analizador automático humedad)
- Pérdida peso o merma



Análisis sensorial

1º Crear y adiestrar panel de catadores (5-8 catadores)



2º Realizar análisis sensorial sala de catas (rellenar ficha)



↓
Valoración global
externa (1 a 9):

**Color, textura, forma
intensidad aromática,
defectos**

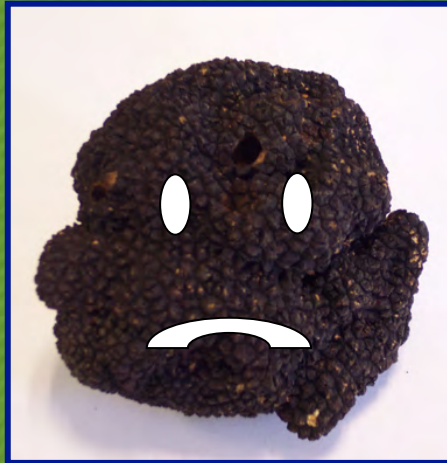
↓
Valoración global
interna (1 a 9):

**Color , aroma, sabor,
aspecto, defectos**

Conclusiones

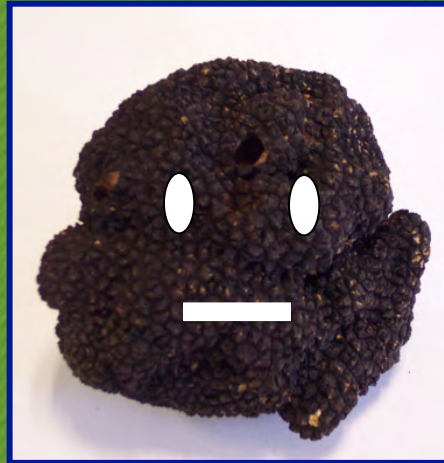
- De los resultados obtenidos podemos concluir que atmósferas reducidas en O_2 y enriquecidas en CO_2 son beneficiosas para la conservación de trufas frescas, al impedir el crecimiento microbiano, reducir la actividad respiratoria y mantener durante bastante tiempo el nivel de calidad exigido a dicho alimento.
- Además atmósferas con $\approx 10\% CO_2 - 10\% O_2$ son relativamente fáciles de conseguir con una adecuada película plástica; el envasado de trufas frescas en AMP se considera casi como una técnica de conservación / comercialización de obligado cumplimiento en el futuro.

4ª Elección película plástica de envasado



↑ CO₂, ↓ O₂

Plástico poco permeable



↓ CO₂, ↑ O₂

Plástico muy permeable



10% CO₂, 10% O₂

Plástico permeabilidad adecuada

ANTECEDENTES DETERMINADOS

Pseudomonas, mohos e insectos principales alterantes

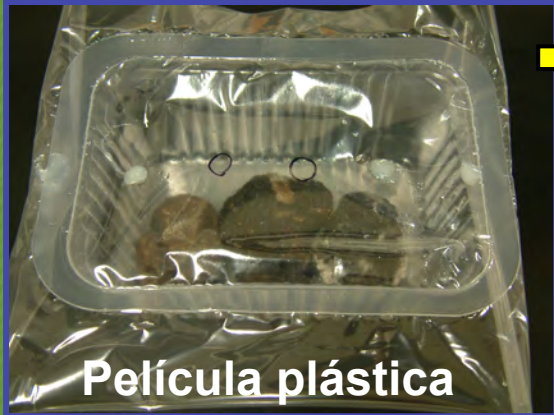
Alimentos con una elevada actividad respiratoria, incluso a T^a de refrigeración

Estudios de tolerancia demuestran los beneficios de una atmósfera reducida en O₂ y enriquecida en CO₂



Película plástica microperforada

Elección película plástica de envasado



Película plástica microperforada



Termoselladora



Lote control no descont.

4°C / 1 mes

Análisis microbiológico

Análisis fisico-químico

Análisis sensorial

Análisis gaseoso envase



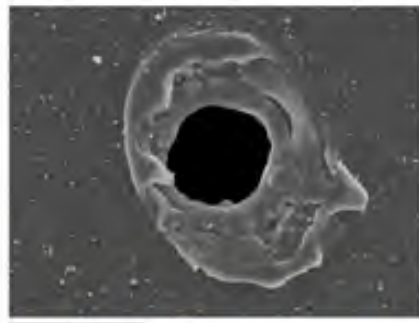
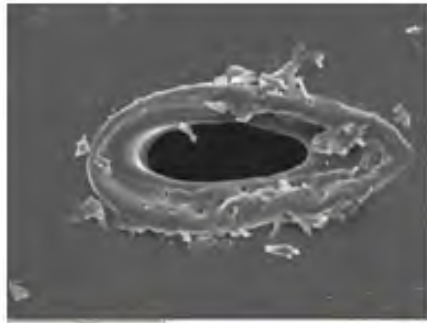
Lote AM

> 50%



Envasado trufa fresca en AM incrementa vida comercial

Mantiene en todo momento calidad sanitaria y comercial



Rango de perforaciones



60 X 40

350 X 110

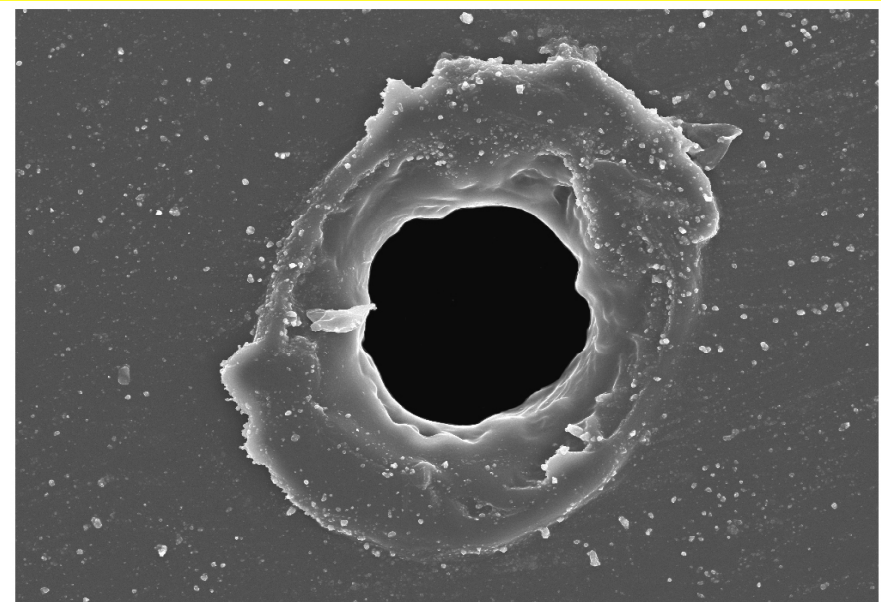


Película plástica microperforada
mediante laser:

Capa polietileno 40 μm

+

Capa de poliéster 12 μm



100 μm

Estrategia para conservar y comercializar la trufa negra en fresco y preservar su aroma



1° Refrigeración inmediata tras la recolección ($T^a < 5^{\circ}\text{C}$)

+

2° Eliminación total tierra de cobertura
(agua fría + cepillado suave + ultrasonidos)

+

3° Selección de materia prima (empleo equipos ópticos)

+

4° Descontaminación microbiana

Etanol 70%+ us
[aclarado]

Radiaciones ionizante
[presencia larvas]

+

5° Envasado en atmósferas modificadas
película plástica microperforada



4 semanas vida útil

5-6 semanas vida útil

Refrigeración $T^a < 5^{\circ}\text{C}$

4º) Aportaciones a la conservación en fresco de las trufas:



“Aplicación de recubrimientos (películas) comestibles”

a) Antecedentes

- CHINA (s. XII): ceras para retardar desecación frutas
- EEUU: parafinas para frutas
- ACTUALMENTE aplicación habitual de ceras y aceites en cítricos para:
 - Mejorar apariencia (brillo, suavidad, color)
 - Retardar pérdidas humedad
 - Controlar su maduración



b) Definición: Fina capa de material comestible aplicada alrededor del alimento mediante pulverización, inmersión, etc. y que puede ser consumido como parte del producto

“Aplicación de recubrimientos comestibles”

c) Posibles funciones en las trufas frescas



- Prevenir la pérdida de humedad y de peso (hielo en trufas congeladas)
 - **Reducir la pérdida o absorción de compuestos volátiles**
- Reducir la difusión y el contacto con el oxígeno
 - **Ralentizar el metabolismo o reducir la actividad respiratoria**
- Reducir el crecimiento microbiano (pseudomonas y mohos)
 - **Protección microbiológica (acción antimicrobiana)**
- Mejorar el aspecto externo (brillo, limita deshidratación)



!!! Aumentar la vida útil !!!



d) tipos de recubrimientos comestibles

Matriz principal

Proteínas: colágeno, caseína, gluten, soja

Polisacáridos: almidón, celulosa, pectina, quitosán, alginato, carragenano

Lípidos: ceras, resinas ! MEZCLAS !

Plastificantes: glicerina, sorbitol

+

Agentes antimicrobianos

A. orgánicos: sórbico, propiónico

Extractos plantas: tomillo, clavo, ajo, mostaza

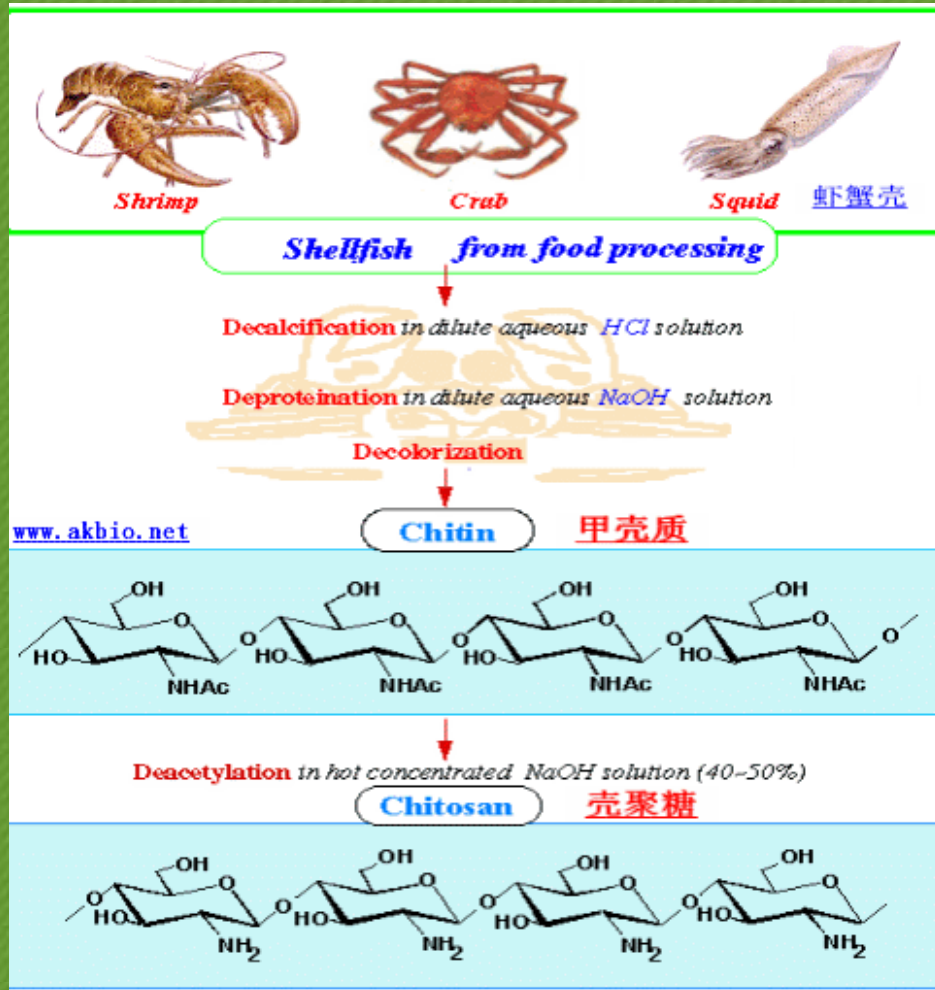
Otros: nisina, lisozima, EDTA, etc.

“Aplicación de recubrimientos comestibles”

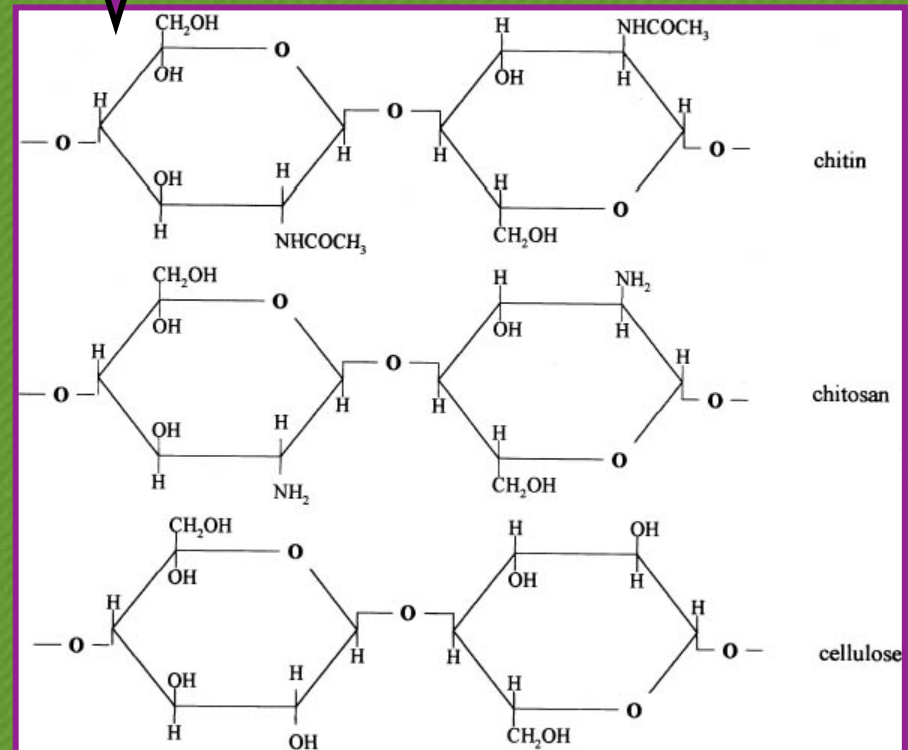
e) Matriz seleccionada:

quitosán o quitosano

Obtención



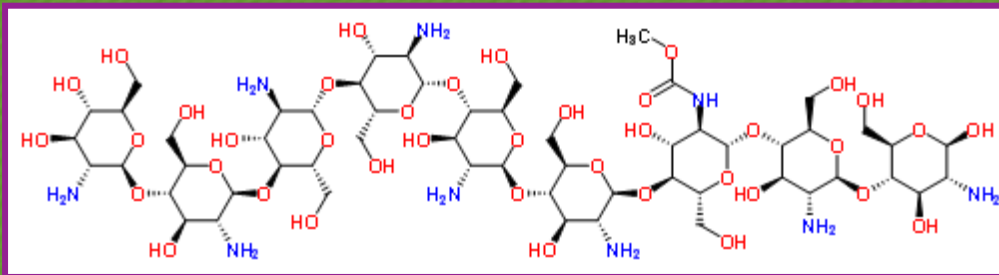
Polímero lineal de unidades de D-glucosamina



!!! Muy parecido a la quitina y a la celulosa !!!

“Aplicación de recubrimientos comestibles”

e) Matriz seleccionada:



Quitosán

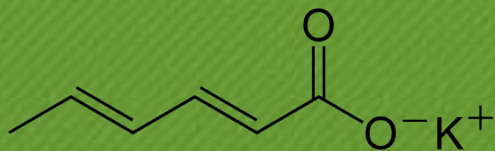


1-2% quitosán
1-2% a. acético
Agua
Agitación 12 h.

Fungicida y Bactericida
Reduce Actividad Respiratoria

f) Agentes antimicrobianos:

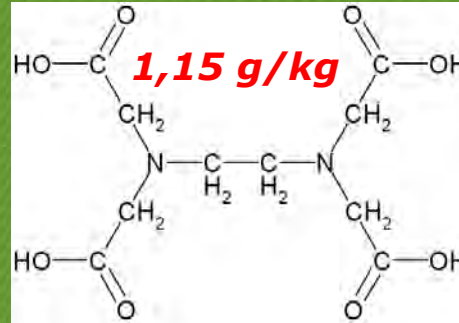
1 g/kg



Sorbato Potásico [E-202]



Fungicida
(Mohos)

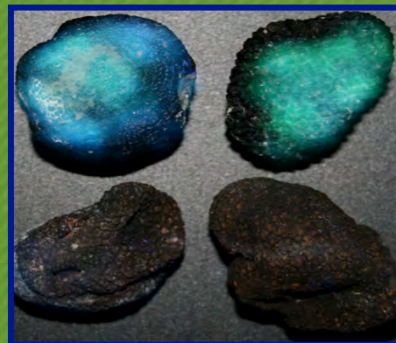


1,15 g/kg

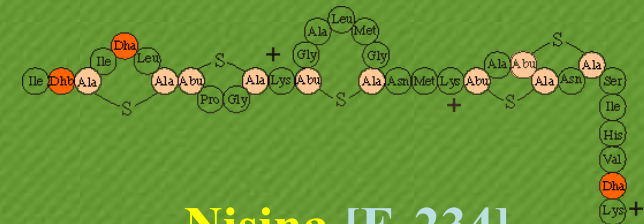
EDTA [E-385]



Quelante de metales
Bacterias (G^o *Pseudomonas*)



6,7 mg/kg



Nisina [E-234]

(*Lactococcus lactis*)



Bactericida
Bacterias Gram+
Listeria monocytogenes
Bacillus cereus
Presentes tierra

+
Efecto
sinérgico

g) Aplicación quitosán + antimicrobianos *T. aestivum*:

1º Selección de materia prima



2º Ultrasonidos



3º Aplicación quitosán solo o con antimicrobianos



4º Ecurrido

7º Conservación 4°C



6º Envasado AM



5º Secado



8º Analítica microbiológica, fisico-química y sensorial

h) Aplicación quitosán + antimicrobianos *T. aestivum*:

- Analítica microbiológica + sensorial 5 lotes

conclusiones



Control Aire
14 días



Control AM
28 días



AM + Quitosán
28 días



AM + Q + E + Nis
35 días



AM + Q + Sorbato K
35 días



AM + Q + Sorbato K
42 días

GRACIAS DE TODO...



Por vuestra atención

**Investigación Subvencionada por el Instituto Nacional
de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
INIA-PET2007-013-C07**

A mi hijo

2º Objetivo principal



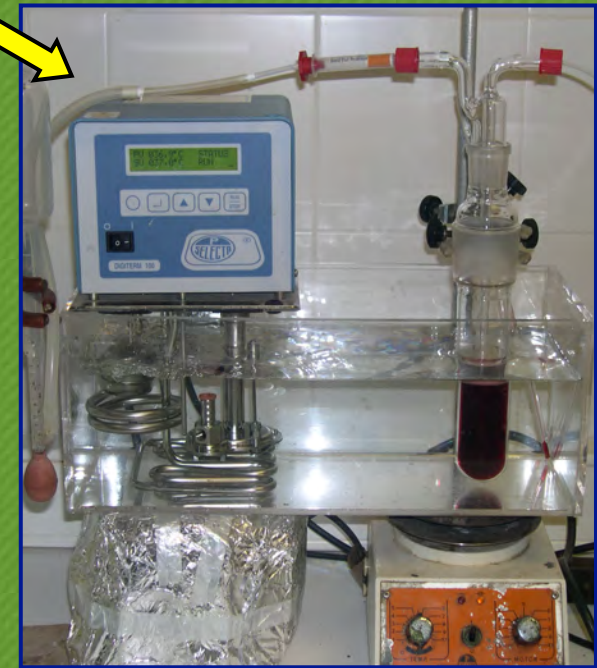
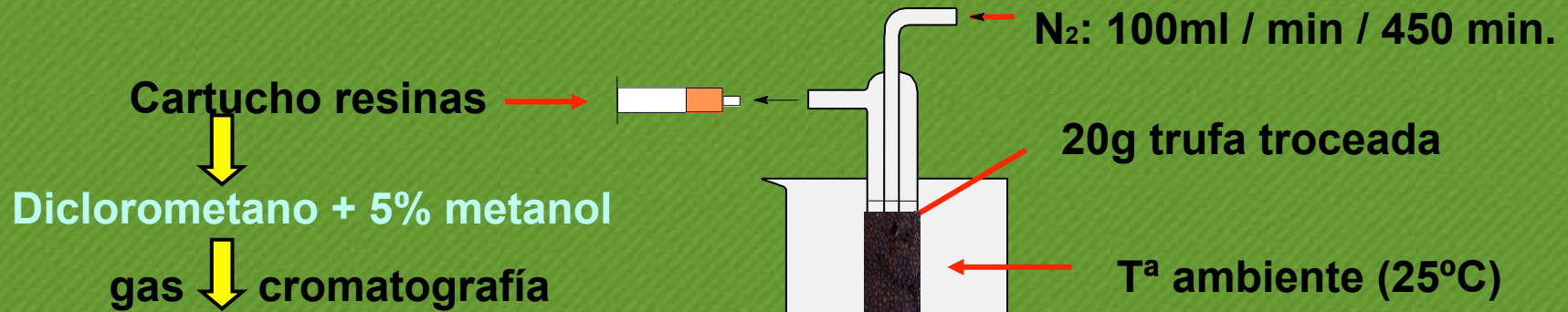
Encontrar el método que nos permita incorporar con la mayor eficacia y rendimiento posible los componentes aromáticos de la trufa a distintas matrices alimentarias, especialmente al aceite de oliva.

Objetivos ↓ parciales

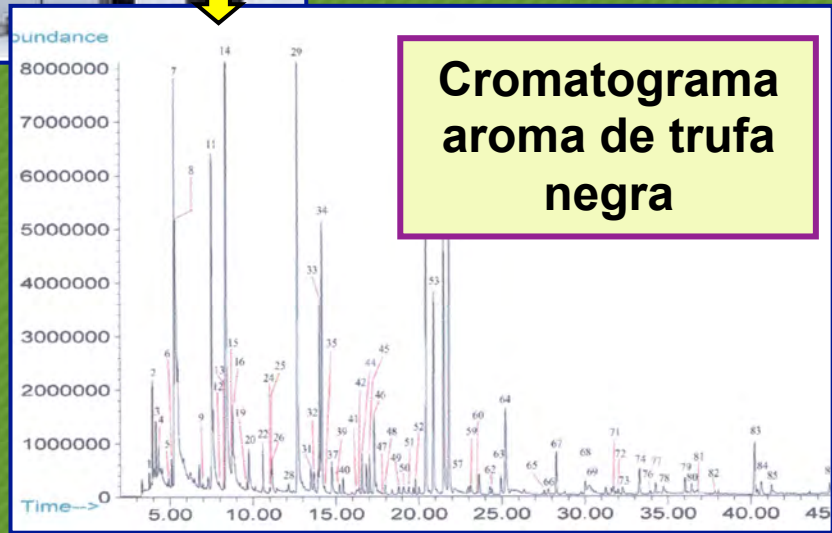
- Descubrir cuales son los compuestos responsables (descriptores) del aroma de la trufa (T. m. vs. T. a.)
- Desarrollar técnicas de elaboración de aceites trufados: mayor rendimiento, más seguros, más duraderos
- Estudio de la vida útil del aceite trufado
- Estudio aromático de los aceites trufados comerciales y esencias artificiales
- Aptitud de otros aceites: ej. girasol



a) Obtención del perfil aromático de *Tuber melanosporum* y *T. aestivum* por espacio de cabeza dinámica

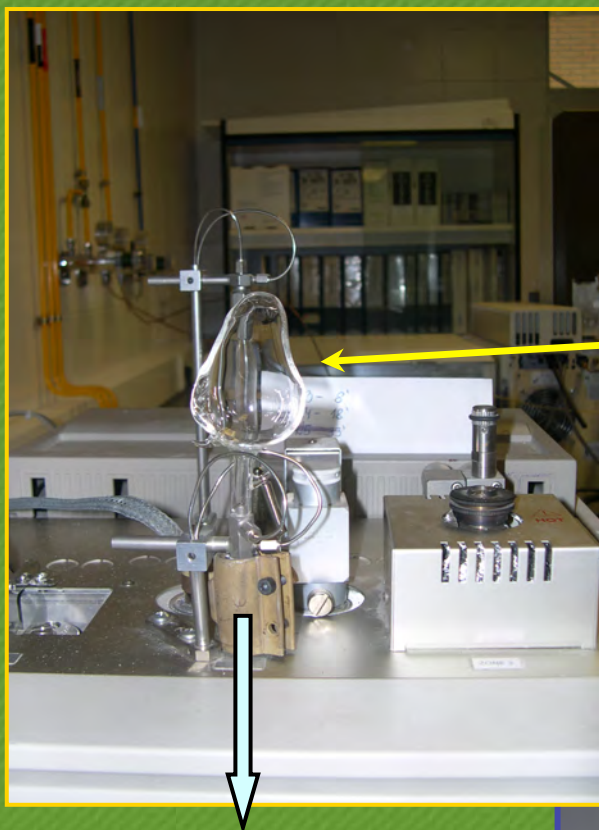


Olfatometría
6 miembros
entrenados



Sistema GC-Olfatometría

Inyección aroma o extracto de trufa sin concentrar



6 olfateadores entrenados

Tiempo ensayo \approx 40 min.

Tipo de aroma detectado

Intensidad: baja, media, alta

Columna polar DB-WAX

Estudio Olfatométrico de *Tuber melanosporum*

I.R. (Segundos)	descriptor	compuesto	% F.M.
<<1000	trufa	Dimethyl sulfide	87
<<1000	Humedad / trufa	Dimethyl disulfide	86
<1000	Fresa / Nata	Isobutirato de etilo	78
1044-1052	Frutal	Butirato etilo	63
1069-1073	Anisado	3-Metilbutirato etilo	33
1093-1100	Champiñón / Terroso	1-Hexen-3-one	33
1216-1221	Oleoso / Plátano	Alcohol isoamílico	65
1332-1337	Fritos / Maiz	2-Metil-3-Furantiol	33
1434-1440	Champiñón / polvo	1-Octen-3-ol	31
1472-1482	Aceite / cremoso	Diallyl disulfide	33
1517-1522	Gasoil / Humo	1,2-dimercaptocyclopentane	47
2035-2039	Tostado	Furaneol	41
2092-2099	Fenol / Carne Cerdo	p-Cresol	33
2125-2156	Tostado	Norfuraneol	35
2189-2191	Regaliz / Caramelo	Soloton	31
2251-2258	Betún	2,6-dimethoxyphenol	39

En la tabla se presentan los 16 odorantes o descriptores más importantes.

"%FM": frecuencia modificada (intensidades puntuadas por cada catador y frecuencias).

%FM ≥ 30% se considera odorante importante.

%FM < 30% se considera ruido.

Otros aspectos ya desarrollados:



Perfil compuestos aromáticos del aceite de oliva

Perfil compuestos aromáticos de aceites de oliva trufados comerciales

Perfil compuestos aromáticos de aromatizantes o esencias artificiales de trufa

Perfil compuestos aromáticos de aceites de oliva trufados por nosotros (5 procedimientos diferentes)

Otros aspectos a desarrollar:



Descriptores del aroma de *T. aestivum*

Descriptores del aroma de *T. indicum*



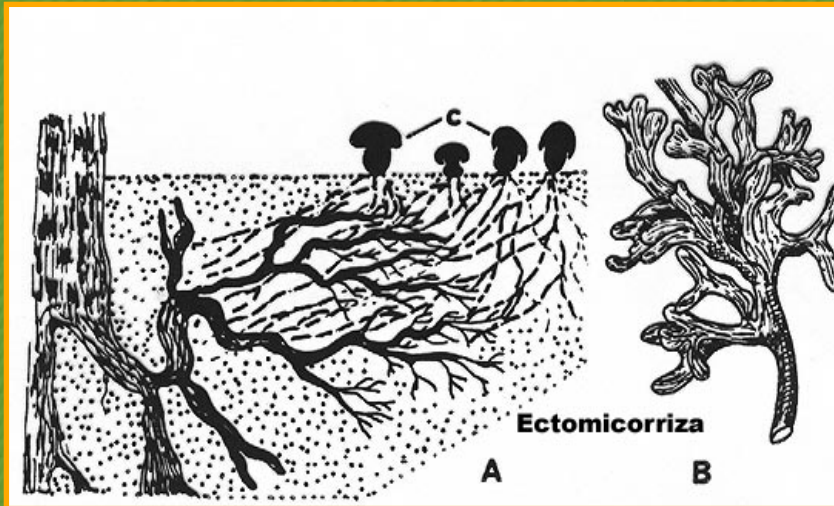
fraudes

I. G° *Tuber* : hongos micorrícicos

Simbiosis con árboles



- a- Δ absorción de nutrientes y agua
- b- Δ defensa frente a enfermedades
- c- Favorece la adaptación en situaciones de estrés (sequía)



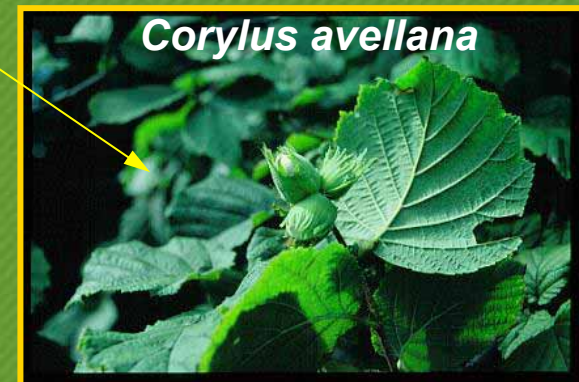
Quercus ilex

Encina



Quercus pubescens

Roble



Corylus avellana

Avellano

T. melanosporum

Simbiosis con microorganismos (rizosfera): G° *Pseudomonas*

Reino *Plantae* + Reino *Fungi* + Reino *Monera* + Reino *Animalia* + ...