

CULTIVO DE REPOLLO EN ASERRIN DE PINO TRATADO CON CEPAS DE AGARICALES

(*Cultivation of cabbage in pine sawdust treated with Agaricales strains*)

Eduardo Valenzuela F.¹ & Nancy Andrade S.²

¹Instituto de Microbiología. Facultad de Ciencias,
Universidad Austral de Chile. Casilla 167, Valdivia, Chile.

²Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

Palabras claves: aserrín, Agaricales, repollo, cultivo, sustratos.

Key words: sawdust, Agaricales, cabbage, cultivation, substrates.

RESUMEN

Se ensayó el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L) en aserrín de *Pinus radiata* pretratado con las cepas de Agaricales UACHMGs-99 (*Gymnopilus spectabilis*) y UACHMPc-280 (*Pleuroflammula croseosanguinea*).

Partidas de aserrín pretratado fueron mezcladas con suelo rojo arcilloso (1:1 vol/vol). Como controles se utilizaron aserrín sin tratar, suelo rojo arcilloso y una mezcla de ambos. Los sustratos por triplicado fueron depositados en contenedores y en cada contenedor se sembraron 50 semillas de repollo, se dejaron un mes en una cámara con foto período de 16/8 h (luz/oscuridad), 4.000 lux y 10-24°C ± 1°C (noche/día). A 60 plántulas por tratamiento se les determinó el porcentaje de emergencia y sobrevivencia, la altura, largo radicular, número de hojas y el peso seco.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza y prueba de Tukey. En las plántulas de repollo cultivadas en los sustratos que incluyeron aserrín pretratado se determinó una mayor sobrevivencia (97.3 a 100%), altura (17.6 a 19.2 cm) y largo radicular (15.4 cm). Estadísticamente se registraron diferencias significativas entre las plántulas de repollo cultivadas en los sustratos que incluyeron aserrín pretratado versus los controles utilizados. Por lo tanto el aserrín de *P. radiata* pretratado podría ser utilizado para el cultivo de plántulas de repollo.

INTRODUCCION

El aserrín de *Pinus radiata* a nivel local presenta ventajas para su empleo (bajo costo y alta disponibilidad), su mayor limitante (alta relación C:N), en parte se puede

SUMMARY

The cultivation of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L) in *Pinus radiata* sawdust pretreated with Agaricales strains UACHMGs-99 (*Gymnopilus spectabilis*) and UACHMPc-280 (*Pleuroflammula croseosanguinea*) was tested. Pretreated sawdust was mixed with clayish red soil (1:1 vol/vol). Untreated sawdust clayish red soil and a mixture of both were used as a control. Triplicated substrates were kept in containers and in each container 50 cabbage seeds were sowed and cultivated for a month in a chamber under a photo period of 16/8 h (light /darkness), 4.000 lux, 10-24°C ± 1°C (night/day). Sixty plantlets per treatment were studied to determine the emergence and survival percentage, height, radicular length, number of leaves and dried weight. A statistical analysis was performed on the results by using a variance analysis and a Tukey test. In the cabbage plantlets cultivated in the substrates with pretreated sawdust the highest survival (97.3 to 100%), plant height (17.6 to 19.2 cm) and radicular length (15.4 cm) were determined. Statistics revealed that there were significant differences among cabbage plantlets cultivated in substrates that included pretreated sawdust versus the controls used. Therefore the pretreated sawdust of *P. radiata* could be used for the cultivation of cabbage plantlets.

subsanar pretratando el aserrín biológicamente, ya sea con cepas de hongos o bacterias.

En un trabajo anterior Andrade & Valenzuela (2001), dieron a conocer los resultados de los ensayos realizados en condiciones de laboratorio sobre la

colonización de aserrín de *Pinus radiata* por cepas miceliales nativas de *Agaricales*. De las cepas ensayadas destacaron UACHMGs-99 de *Gymnopilus spectabilis* (Fr.) Sing. y UACHMPC-280 de *Pleuroflammula croseosanguinea* (Mont.) Sing. Estas cepas fueron seleccionadas para tratar partidas de aserrín y determinar si el aserrín una vez pretratado podría ser usado como sustrato alternativo para el cultivo de plántulas de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) en condiciones controladas.

MATERIALES Y METODOS

I. Procesamiento de aserrín.- Muestras de aserrín de *Pinus radiata* D. Don. de 2 años fueron recolectadas en el Aserradero Vista Alegre de Valdivia. Las muestras fueron tamizadas (tamaño partículas 3.35-1.52 mm) las fracciones obtenidas fueron mezcladas conformando una muestra única de aserrín, esta muestra se separó en dos submuestras. A una de ellas se le adicionó H₂O destilada hasta obtener una humedad de 80% (1000 mL de H₂O / 1 Kg de aserrín), se depositó en 72 matraces (300 g de mezcla/ matraz) y se esterilizaron en autoclave de acuerdo a lo señalado por Andrade & Valenzuela (2001). A la otra submuestra de aserrín sin esterilizar se le adiciono caldo malta al 2% (CM), hasta lograr una humedad de un 80% y fue depositada en 72 matraces (300 g mezcla/ matraz).

II. Masificación de cepas miceliales.- Las cepas de *Gymnopilus spectabilis* y de *Pleuroflammula croseosanguinea*, fueron cultivadas individualmente en placas Petri que contenían agar extracto malta al 2% (AEM). Desde tubos de cepario se extrajo asépticamente micelio y se depositó sobre el agar. Sembradas las placas se incubaron a 23 °C por 8 días.

III. Biodegradación de aserrín.- Discos de 0.8 cm de diámetro de agar con micelio obtenidos con un sacabocado a partir de las cepas cultivadas, como se indicó en el punto II, fueron inoculados en forma equidistante en el interior de los matraces señalados en el punto I. Así se inocularon 24 matraces que contenían aserrín estéril y 24 que contenían aserrín adicionado con CM al 2% cada uno de ellos con 4 discos de agar con micelio de la cepa *G. spectabilis*. De igual forma se procedió con la cepa *P. croseosanguinea*. Además, se inocularon 24 matraces con aserrín estéril y 24 matraces con aserrín más CM al 2% con ambas cepas a razón de 2 discos de cada cepa por matraz. Los matraces inoculados se incubaron a 23 °C por 3 meses. Como controles se utilizaron matraces que contenían sólo los sustratos antes señalados que fueron mantenidos en las mismas condiciones de cultivo.

IV. Procesamiento de suelo rojo arcilloso.- l suelo rojo arcilloso fue recolectado en el Fundo Teja Norte de la Universidad Austral de Chile, previo retiro de restos

vegetales y piedras, fue cernido, humedecido y homogenizado. A continuación partidas de 10 Kg de suelo fueron esterilizadas tres veces en un autoclave por 20 min (1 atm de presión. 121 °C).

V. Preparación de sustratos para el cultivo de plántulas de repollo.- Con el aserrín sometido a degradación (ver punto III) se prepararon diferentes mezclas de sustratos (Tabla 1) en relación 1:1 vol./vol. Estas mezclas se depositaron en forma independiente en contenedores plásticos de 1000 mL. El diseño del ensayo para el cultivo de las plántulas fue en bloques completamente al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones (Tabla 1), para ello en las diferentes mezclas depositadas en los contenedores se realizaron surcos de 1.5 cm de profundidad y en cada contenedor se sembraron 50 semillas de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Una vez sembradas, las semillas se cubrieron con una delgada capa del mismo sustrato utilizado para su cultivo y se dejaron por un mes en una cámara climática Biotronette Mark III con foto período de 16/8 h (luz/ oscuridad), 4.000 lux de intensidad, 10-24 ± 1 °C (noche/día) y riego con H₂O destilada para mantener una humedad adecuada.

VI. Evaluación de los ensayos y tratamiento estadístico.- Transcurrido un mes de realizadas las siembras se procedió a evaluar los diferentes ensayos. En 60 plántulas recolectadas al azar por tratamiento se determinaron los siguientes parámetros: porcentaje de emergencia de plántulas (evaluado a la semana siguiente

Tabla 1. Sustratos y tratamientos para el cultivo de plántulas de repollo.

Sigla	Sustratos y tratamientos
A	Suelo control *
B	Suelo control + CM al 2%
C	Aserrín control**
D	Aserrín control + CM al 2%
E	Aserrín control + suelo
F	Aserrín control + CM al 2% + suelo
G	Aserrín tratado con la cepa UACHMPC-280 + suelo
H	Aserrín tratado con la cepa UACHMGs-99 + suelo
I	Aserrín adicionado con CM al 2% y tratado con la cepa UACHMPC-280 + suelo
J	Aserrín adicionado con CM al 2% y tratado con la cepa UACHMGs-99 + suelo
K	Aserrín tratado con la mezcla de ambas cepas + suelo
L	Aserrín adicionado con CM al 2% y tratado con ambas cepas + suelo

* = suelo rojo arcilloso estéril. ** = aserrín estéril.

de realizada la siembra), porcentaje de sobrevivencia, altura, largo radicular y número de hojas por plántula al final de los ensayos.

Para determinar el peso seco de las plántulas, estas se dejaron en una estufa de secado a 65 °C por 72 h, luego se mantuvieron en desecador y se pesaron. Los parámetros evaluados de las plántulas, se sometieron a análisis de varianza. Para detectar si existieron diferencias significativas específicas entre los tratamientos se usó la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia de 5% (Stell & Torrie, 1985). Para las variables no paramétricas (porcentaje de emergencia y de sobrevivencia), los datos se transformaron sacando la raíz cuadrada de cada observación antes de proceder al análisis de la varianza (Stell & Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó que las plántulas de repollo alcanzaron un 100% de emergencia en los sustratos H, J, K y L (Tabla 1) y el menor porcentaje de emergencia (90.7%) en el sustrato E. Existen diferencias significativas entre los sustratos, pues en todos los que se utilizó aserrín biodegradado (G a L), al igual que los sustratos A y B son estadísticamente iguales y difieren de los sustratos E y F. El mayor porcentaje de sobrevivencia de las plántulas (100%) se registró en los sustratos I y L y el menor (70.1%) en el sustrato B.

Los porcentajes de emergencia y sobrevivencia, altura, largo radicular, número de hojas y peso seco de las

plántulas de repollo cultivadas en los diferentes sustratos se observan en la Tabla 2. Además, se señalan los resultados de los análisis estadísticos para cada uno de los parámetros evaluados.

Las plántulas de repollo alcanzaron un 100% de emergencia en los sustratos H, J, K y L y el menor porcentaje de emergencia (90.7%) en el sustrato E. Existen diferencias significativas entre los sustratos, pues en todos los que se utilizó aserrín biodegradado (G a L), al igual que los sustratos A y B son estadísticamente iguales y difieren de los sustratos E y F. El mayor porcentaje de sobrevivencia de las plántulas (100%) se registró en los sustratos I y L, y el menor (70.1%) en el sustrato B (Tabla 2).

El análisis estadístico indica que los sustratos G a L y A son estadísticamente iguales y difieren significativamente de los otros sustratos. Se deja constancia que en los sustratos C y D las semillas de repollos fueron colonizadas por diferentes hongos (*Absidia* sp. *Alternaria* sp. *Penicillium* sp. y *Rhizopus* sp.), que impidieron la emergencia de plántulas y por lo tanto no se obtuvieron datos a evaluar. La mayor altura de plántulas (19.2 cm) y largo radicular (15.4 cm) se obtuvieron en las plántulas cultivadas en el sustrato I, y la menor altura (10.2 cm) y largo radicular (7.0 cm) en las cultivadas en el sustrato A.

Del análisis de los resultados obtenidos para la altura de plántulas y largo radicular se desprende que los sustratos G a L, son estadísticamente iguales y difieren significativamente de los otros sustratos. El mayor número de hojas (1.43) se determinó en las plántulas cultivadas en

Tabla 2. Parámetros evaluados en plántulas de repollo cultivadas en diferentes sustratos.

Trat.	Emergencia (%)	Sobrevivencia (%)	Altura plántula (cm)	Largo radicular (cm)	Número de hojas	Peso seco (g)
A	97.3 a	96.0 a	10.2 D	7.0 c	1.42 a	0.118 d
B	98.7 a	70.1 c	10.7 D	7.1 c	1.43 a	0.185 a
E	90.7 b	80.8 b	15.8 bc	10.9 b	1.34 bc	0.079 e
F	93.3 b	79.9 b	14.0 c	10.5 b	1.33 bc	0.090 e
G	99.3 a	97.3 a	18.6 a	14.4 a	1.38 b	0.162 ab
H	100.0 a	98.0 a	17.6 ab	13.8 a	1.37 b	0.122 cd
I	99.3 a	100.0 a	19.2 a	15.4 a	1.31 bc	0.098 de
J	100.0 a	98.0 a	18.3 a	14.7 a	1.29 c	0.094 de
K	100.0 a	97.3 a	18.5 a	14.7 a	1.36 b	0.148 bc
L	100.0 a	100.0 a	18.0 a	14.6 a	1.36 b	0.108 de
DHS	4.2	6.9	3.07	2.8	0.092	0.029
0.005% C.V.	1.5%	1.7%	7.8%	8.0%	0.2%	0.02%

Valores con letras distintas en columnas de cada parámetro medido difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

A = suelo control *. B = suelo control + CM. E = aserrín control + suelo. F = aserrín control + CM + suelo. G = aserrín tratado con la cepa UACHMPc-280 + suelo. H = aserrín tratado con la cepa UACHMGs-99 + suelo. I = aserrín adicionado con CM y tratado con la cepa UACHMPc-280 + suelo. J = aserrín adicionado de CM y tratado con la cepa UACHMGs-99 + suelo. K = aserrín tratado con la mezcla de ambas cepas + suelo. L = Aserrín adicionado de CM y tratado con ambas cepas + suelo. * = suelo rojo arcilloso estéril. CM = caldo malta al 2%.

el sustrato B y el menor número de hojas (1.29) en las cultivadas en el sustrato J. El análisis indica que los sustratos A y B son iguales estadísticamente y difieren significativamente del resto de los sustratos. El mayor peso seco (0.185 g) se obtuvo en las plántulas cultivadas en el sustrato B y el menor (0.079 g) en las cultivadas en el sustrato E. Se determinó que existen diferencias significativas entre los sustratos utilizados.

El empleo de cepas de *Agaricales* para pretratar aserrín con el fin de ocupar este sustratos en cultivos agrícolas o en la mejora de los suelos (características físicas o químicas) es escaso y en la mayoría de los casos se han usado cepas de especies comestibles. Asiegbu *et al.* (1996), Nallathambi & Marimuthu (1993), Yoshida *et al.* (1993) y Noor *et al.* (1992), usaron cepas de *Pleurotus* para deslignificar aserrín de *Picea*, *Populus*, *Pinus* y paja de trigo. Buswell *et al.* (1996), han empleado cepas de *Volvariella* para la bioconversión de restos lignocelulósicos. Por su parte, Ramanurthy *et al.* (1996), señalan que al agregar aserrín de *Eucalyptus* a un suelo para su acondicionamiento y luego cultivar distintos tipos de vegetales, determinaron un decremento en el contenido de clorofila y en el crecimiento de las plántulas ensayadas, pero al realizar el mismo experimento con aserrín pretrado con cepas de *Volvariella volvacea* (Bull. Ex Fr.) Sing., denotaron en las plantas cultivadas un aumento en la clorofila, follaje y bulbos.

En Chile, el repollo es una planta de temporada fría, crece entre 4 y 24°C. Según Gioconi & Escaff (1988), la germinación de las semillas requieren temperaturas de 13 a 15°C, prospera mejor en suelos francos a franco arcilloso con abundante materia orgánica, buena disponibilidad de nutrientes, principalmente de N. El sustrato debe retener suficiente humedad y buenas condiciones de drenaje. De acuerdo a los resultados obtenidos para las plántulas de repollo los mayores porcentajes de emergencia, sobrevivencia, altura de plántulas, largo radicular (aceptables para el trasplante) y peso seco se obtuvieron en los sustratos que incluían aserrín pretratado (G a L) con las cepas fúngicas ensayadas, estos sustratos presentarían suficiente humedad y buenas condiciones de drenaje. Garnica (1995), señala que las dos cepas fúngicas empleadas en el presente estudios presentan las enzimas necesarias (proteasas, nucleasas y ureasa) para hidrolizar compuestos nitrogenados orgánicos e inorgánicos y carbonados orgánicos (almidón, celulosa, lignina y pectina) lo que permitiría una mayor disponibilidad de nutrientes (N, P, K y otros elementos) para el desarrollo de las plántulas. Además, Valenzuela & Vives (2000), han demostrado que ambas cepas son capaces de crecer y colonizar madera de *P. radiata*.

En el presente estudio los menores porcentajes de emergencia, sobrevivencia, altura de plántulas, largo

radicular y peso seco, se determinaron en el sustrato suelo (A y B) y aserrín sin tratar con cepas fúngicas (E y F), solamente el mayor número de hojas se determinó en los sustratos A y B. En general el suelo rojo arcilloso es pobre en nutrientes disponibles (N, P, K y otros elementos) por su parte, el aserrín de *P. radiata* presenta una alta relación C:N, lignina y otros compuestos carbonados que lo hacen poco apto para el cultivo de plántulas, a menos que sea pretratado. Es necesario destacar que en estos ensayos no se utilizó ningún sistema de fertilización, tradicionalmente para el cultivo de plántulas de repollo se emplean elementos como N, P, K y microelementos que mejoran el desarrollo de las plántulas.

En un estudio semejante Abdallah *et al.* (2000), bajo condiciones de campo intercultivarón *Pleurotus columbinus* (en paja de arroz y desecho de algodón adicionados al suelo) con repollos y determinaron el efecto subsecuente sobre un cultivo de berenjenas. Los autores señalan que se incrementó la producción de cabezas de repollo en alrededor de un 21.8% y que como producto del cultivo de *P. columbinus* se formó un compost que habría aumentado la fertilidad del suelo y redundado a la postre en un incremento de 11 a 12% del peso de las berenjenas cultivadas. Yamazaki & Roppongi (1998), estudiaron por 5 años la calidad de vegetales (espinacas, lechugas y repollos) cultivados en un suelo tratado con distintos tipos de compost versus un suelo fertilizado y no fertilizado. Estos autores señalan que obtuvieron una mejor calidad de los vegetales en los compost que incluían aserrín, además en los compost que incluían aserrín determinaron una mayor concentración de azúcares, P disponible, un incremento en el C total y en la capacidad de intercambio cationico.

Los trabajos enumerados muestran que, tanto el aserrín tratado con cepas fúngicas de *Agaricales* o mezclado con otros residuos orgánicos permite generar un sustrato apto para el cultivo de plántulas de repollo o para mejorar las característica físicas, químicas o nutricionales de los suelos.

AGRADECIMIENTOS

A los Proyectos DID-UACH 200210 y F-96-03 por financiar parte de este estudio.

Abdallah, M.; Emara, M. & Mohammaday, T. (2000). Open field interplanting of oyster mushroom with cabbage and it's effect on the subsequent eggplant crop. *Annals of Agricultural Science Cairo*. 45 (1): 281 -293

Andrade, N. & Valenzuela, E. (2001). Colonización de aserrín de *Pinus radiata* D.Don por cepas miceliales de *Agaricales* en

REFERENCIAS

condiciones de laboratorio. Boletín Micológico 16: 9-14

Asiegbu, F.; Paterson, A. & Smith, J. (1996). The effects of co-fungal culture and supplementation with carbohydrate adjuncts on lignin biodegradation and substrate digestibility. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 12: 273-279

Buswell, J.; Cai, Y.; Chang, S.; Peberdy, J.; Fu, S. & Yu, H. (1996). Lignocellulolytic enzyme profiles of edible mushroom fungi. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 12: 537-542

Garnica, S. (1995). Caracterización morfológica y bioquímica de micelios obtenidos en cultivo puro de basidiocarpos de *Agaricales* sensu lato lignocelulolíticos. Tesis de Magister en Ciencias mención Microbiología, Universidad Austral de Chile. 106 p.

Giocon, V. & Escaff, M. (1988). Cultivo de hortalizas. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 332 p.

Nallathambi, P. & Marimuthu, T. (1993). *Pleurotus platypus*: a potent oyster mushroom for organic recycling of agricultural waste. Mushroom Research. 2: 75-77

Noor, B.; Wahid, M.; Badshah, N. & Ur-Rehman, N. (1992). Yield and quality of mushrooms grown on different substrates. Sarhad Journal of Agriculture .8: 631-635

Ramanurthy, V.; Sharma, R.; Yadav, K.; Kaur, J.; Vrat, D.; Kothari, R. (1996). *Volvariella* treated *Eucalyptus* sawdust stimulate wheat and onion growth. Biodegradation 7: 121-127

Stel, R. & Torrie, J. (1985). Bioestadística: Principios y procedimientos. Mc Graw Hill Latinoamericana. Colombia.

Valenzuela, E. & Vives, I. (2000). Colonización de probetas de madera de *Pinus radiata* D. Don. por cepas miceliales de *Agaricales* xilótrofos. Boletín Micológico. 15: 31-37

Yoshida, N.; Takahashi, T.; Nagato, T. & Chen, J. (1993). Effect of edible mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation in vitro digestibility of wheat straw and sawdust substrate. Journal of Japanese Society of Grassland Science. 39: 177-182