



III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management
12th to 14th march 2013- Sao Pedro, Sao Paulo State, Brazil

USO DE BIOCARBON PROVENIENTE DE UNA CALDERA DE BIOMASA EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN UN ANDISOL EN EL SUR DE CHILE.

Altamirano, C.¹; Calderón, C.¹; Diez, M.C.²; Gallardo, F.³

¹Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera, casilla 54-D, Temuco-Chile.
e-mail: caltamirano@ufro.cl; ccaalderon@ufro.cl

²Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, casilla 54-D, Temuco-Chile
e-mail: mcdiez@ufro.cl

³Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, casilla 54-D, Temuco-Chile
e-mail: fgallar@ufro.cl

SUMMARY

The effect of biochar addition (1 to 5 ton ha⁻¹) to an Andisol (Freire serie) on soil characteristics and maize production was evaluated. The biochar was obtained from a local biomass boiler. The addition of biochar to the Freire soil improved the quality of the soil increasing the levels of organic matter, pH, N and P availability. The growth of the plants increased with the increase of the dose of biochar and the physiological maturity of the ears was reached in minor time by the major dose of biochar (5 ton there is 1). Major performances might be obtained by major doses of biochar.

Keywords: andisol; biochar; maize; production

INTRODUCCION

La actividad industrial ha traído consigo la generación de grandes cantidades de residuos. En la región de La Araucanía un volumen importante de residuos corresponde al sector forestal (1.078.121 ton año⁻¹), por lo cual, se hace necesario generar alternativas de valoración de estos residuos considerando que corresponden a materiales químicamente estables. Los residuos generados en calderas de biomasa (cenizas, biocarbón) tienen gran potencial para ser aplicado en la agricultura ya que son clasificados como residuos no peligrosos. Estos residuos presentan características físico-químicas diferentes dependiendo de múltiples factores como: el material de origen, las temperaturas y las condiciones de combustión, la eficiencia en la separación de partículas, la aplicación de pretratamientos, el grado de exposición a la intemperie antes de su aplicación y a las diversas fracciones de cenizas obtenidas.

La aplicación de cenizas de madera puede contrarrestar la acidificación natural o antropogénica de los suelos y la pérdida de nutrientes debida a la extracción por parte de las especies vegetales. Las cenizas de biomasa presentan una adecuada capacidad para neutralizar la acidez y para suministrar al suelo cationes. La utilización de biocarbón en la agricultura ha demostrado mejoras en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Glaser et al. 2002; Lehmann et al. 2003; Major et al. 2010). Esto se debe fundamentalmente a las superficie específica, porosidad y capacidad de intercambio catiónico lo que permite aumentar la capacidad de adsorción del agua y nutrientes. Por otro lado, los suelos presentes en el sur de Chile (Andisol y Ultisol) corresponden a suelos trumaos, permeables, altos en materia orgánica, de pH moderadamente ácido 5,6-6,0. La reactividad química está determinada especialmente por la presencia de aluminio activo, lo que genera condiciones de acidificación, limitando la concentración de bases intercambiables.

Esto se ve intensificado por la lixiviación causada por la alta pluviometría. Considerando estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la adición de biocarbón a un suelo de la serie Freire en la producción de maíz.



III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management
12th to 14th march 2013- Sao Pedro, Sao Paulo State, Brazil

MATERIALES Y METODOS

Materiales: El residuo utilizado corresponde a un carboncillo (biocarbón) obtenido de la caldera de biomasa de una planta de enchapados y contra enchapados que utiliza preferentemente *Pinus radiata* como materia prima. La combustión se realizó a 500°C, y la caldera tiene una capacidad proceso de 35 ton h⁻¹, generando de 30 a 40 toneladas mensuales del residuo. El suelo utilizado en el ensayo corresponde a un Andisol de la serie Freire moderadamente profundo y de textura media. La caracterización físico química del residuo (biocarbón) y suelo (T₀₀) se presentan en la Tabla 1.

Evaluación del biocarbón en la producción de maíz: Se establecieron 15 parcelas experimentales de 4,5 m² cada una. El suelo se preparó limpió manualmente y se adicionó una fertilización basal Mezcla NPK (17-20-20) para cultivo de maíz sólo en la etapa de siembra, correspondiente a 153 kg N, 180 kg P y 180 kg K (equivalente a 900 kg de mezcla por hectárea). El biocarbón se incorporó manualmente previo a la siembra en cada parcela incorporándola en el perfil 0-10 cm del suelo mediante el uso de un vibrocultivador en las dosis de 0 (T₀), 1 (T₁), 2,5 (T₂) y 5 (T₃) ton ha⁻¹. Se preparó además una parcela sin bicarbón y sin fertilización basal como control (T₀₀).

La siembra de maíz se realizó en forma manual en las parcelas para lo cual se utilizó un marco de siembra de 75 cm entre hilera y 14.5 cm sobre hilera, lo que equivale a una dosis de siembra de 91.000 semillas ha⁻¹, a una profundidad de 6 cm aproximadamente. La semilla aplicada correspondía a la Variedad AABSOLUT semilla hibrida CIS (maíz dulce), para forraje. El control de maleza se realizó manualmente y para el control de insectos se aplicó Zero 5 EC (Lambdacihalotrina) con una dosis de 120 mL ha⁻¹. Todos los ensayos se realizaron en triplicado y la ubicación de las parcelas fue distribuida mediante la tabla de números aleatorios. Durante el ensayo se evaluó cada 15 días el estado fenológico y la altura de las plantas de maíz así como, el pH y la conductividad en el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSION

El biocarbón utilizado para este estudio corresponde a un material con pH alcalino, alto nivel de fósforo total, nitrógeno disponible y materia orgánica por lo cual representa un suplemento nutricional al suelo utilizado y un mejorador del pH del suelo (Tabla 1).

El suelo sometido a la aplicación de biocarbón en el ensayo presentó un mayor nivel de pH y de materia orgánica así como mayor disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes como el fósforo (P). La caracterización de los suelos después de 75 días de cultivo de maíz se presenta en la Tabla 1 y el crecimiento de las plantas en el mismo periodo se presenta en la Figura 1. La incorporación del biocarbón incrementó significativamente ($p < 0,05$) el nivel de materia orgánica en el suelo. Se observa que aún después de 75 días de cultivo el residual de materia orgánica es elevado comparado con el suelo sin adición de biocarbón.

En relación al P, se observa que éste se liberó del fósforo total presente en el biocarbón incrementando el P disponible en el suelo. Se observa además que en las plantas de los tratamiento que presentaron mayor crecimiento (T₂ y T₃), se produjo una mayor asimilación del P disponible, disminuyendo éste en el suelo, sin embargo, su valor es superior al tratamiento sin adición de biocarbón y si fertilización basal (T₀₀). La mayor disponibilidad de P se debe también a que los cambios están relacionados con el pH que presenta el biocarbón lo que produce la inmovilización el aluminio (Al) de la solución del suelo, proporcionando a las plantas una mayor disponibilidad de nutrientes. Se ha demostrado que la adición de residuos como por ejemplo biosólidos de la industria de celulosa mejoran las propiedades fisicoquímicas en Andisol, incrementando el pH, disminuyendo la saturación de aluminio e incrementando el P disponible (Gallardo et al., 2012).

En relación a la producción vegetal, se observó un mayor crecimiento de las plantas (altura) de maíz con el incremento en la dosis de biocarbón por hectárea, sin embargo, las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas ($p < 0,05$). El tratamiento control sin fertilización basal y sin



III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management
12th to 14th march 2013- Sao Pedro, Sao Paulo State, Brazil

adición de biocarbón (T_{00}) presentó menor crecimiento de las plantas de maíz durante todo el periodo de cultivo, observándose diferencias significativas ($p < 0,05$) en relación a los tratamientos con adición de biocarbón (Figura 1). La velocidad máxima de crecimiento de las plantas se produjo a los 75 días de cultivo. El crecimiento promedio de las plantas en ese periodo correspondió a 176, 208, 211, 218 y 228 cm para T_{00} , T_0 , T_1 , T_2 y T_3 , respectivamente. El mayor crecimiento de las plantas de maíz, se puede asociar con la mayor cantidad de materia orgánica y mayor cantidad de nitrógeno disponible provenientes del biocarbón y que son aportados al suelo, así como, por la mayor disponibilidad de P proveniente del P total que contiene el biocarbón.

Desde el comienzo de este estudio el estado fenológico de la planta se vio beneficiado en los cultivos con aplicación de biocarbón, intensificándose más la diferencia en la dosis máxima utilizada (5 ton ha^{-1}) obteniendo una madurez fisiológica más temprana que los otros tratamientos. No se observaron enfermedades en ninguna de las plantas de los diversos tratamientos. La Tabla 2 muestra el estado fenológico de las mazorcas cosechadas después de 120 días de cultivo. Se observa que a medida que se incrementó la dosis de biocarbón, se obtuvo un mayor desarrollo de las mazorcas. El 100% de las mazorcas del tratamiento con 5 ton ha^{-1} (T_3) obtuvieron la madurez fisiológica primero que las mazorcas de los otros tratamientos.

En relación al rendimiento en mazorcas, no se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los diferentes tratamientos. Esto se puede relacionar con que las dosis aplicadas pudieran haber sido bajas para generar un impacto mayor sobre el rendimiento. Pudieran encontrarse variaciones en el rendimiento al realizar más de una aplicación de biocarbón en la temporada considerando los requerimientos del cultivo (Major et al., 2010). Según Lehmann et al., (2003) el biocarbón es utilizado como enmienda de suelos pobres, donde su incremento en el rendimiento a partir de la segunda temporada de aplicación de biocarbón fue significativamente mayor.

CONCLUSIONES

La adición de biocarbón al suelo serie Freire, mejoró la calidad del suelo serie Freire, aumentando los niveles de materia orgánica, pH, N y P disponibles. El crecimiento de las plantas aumentó con el aumento de la dosis de biocarbón y se alcanzó la madurez fisiológica de las mazorcas en menor tiempo con la mayor dosis de biocarbón (5 ton ha^{-1}). Mayores rendimientos se podrían obtener con mayores dosis de biocarbón.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada con financiamiento del Proyecto Innova-Corfo 09CO2-6021 (CIDGRO) y de la empresa Eagon Lautaro S.A.

REFERENCIAS

Gallardo F., Cea M.; Tortella G. and Diez M.C. (2012). Effect of pulp mill sludge on soil characteristics microbial diversity and vegetal production of *Lolium perenne*. *Journal of Environmental Management*, 95, S193-S198.

Glaser B.; Lehmann J. and Zech W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35 (4), 219-230.

Lehmann J., Pereira da Silva J., Steiner C., Nehls T. Zech W. and Glaser B. (2003). Availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendment. *Plant and Soil*, 249(2), 343- 357.

Major J., Rondon M., Molina D; Riha S.J. and Lehmann J. (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, **333** (1), 117-128.

Tabla 1. Caracterización química del biocarbón y del suelo Andisol serie Freire (T₀₀) y de los tratamientos con 1 ton ha⁻¹ (T₁), 2,5 ton ha⁻¹ (T₂) y 5 ton ha⁻¹ (T₃) después de 75 días de cultivo.

Parámetros	Unidad	Biocarbón	Tratamientos				
			T ₀₀	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Humedad	%	62,3					
pH (KCl)	pH	10,3	5,09	5,11	5,19	5,22	5,23
Nitrogeno Kjeldahl	%	0,16	0,57	-	-	-	-
Nitrógeno Disponible	mg kg ⁻¹	159	19,12	17	25	23	26,5
Materia Orgánica	%	78,6	10,5	19,7	24,5	31,4	44,7
Fósforo Disponible	mg kg ⁻¹	<0,2	17,5	26	42	36,7	25
Fósforo Total	mg kg ⁻¹	225	-	-	-	-	-

Tabla 2. Estado fenológico de la mazorcas de maíz al momento de cosecha (120 días)

Tratamiento	Estado fenológico	Mazorca (%)
T ₀₀ (0 ton ha ⁻¹)	estado pastoso	100
T ₀ (0 ton ha ⁻¹)	estado pastoso	100
T ₁ (ton ha ⁻¹)	madurez fisiológica	50
	estado pastoso	50
T ₂ (ton ha ⁻¹)	madurez fisiológica	75
	estado pastoso	25
T ₃ (ton ha ⁻¹)	madurez fisiológica	100

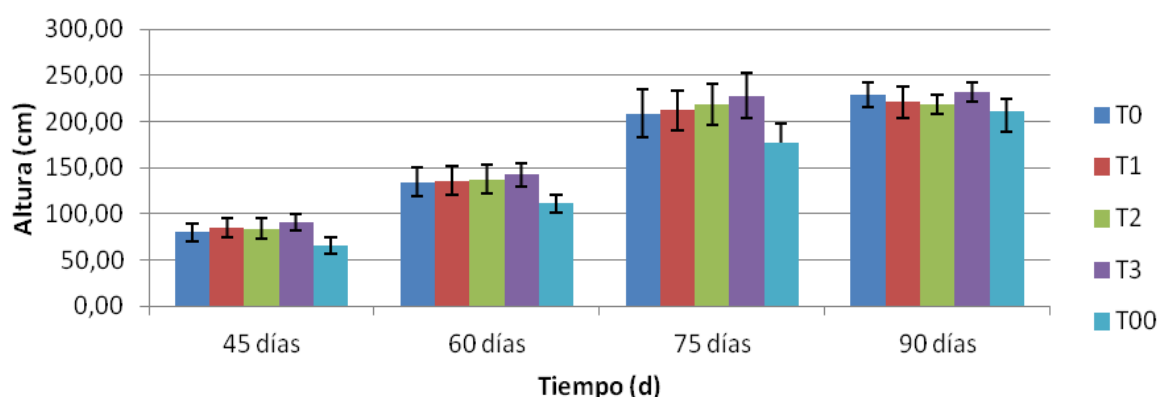


Figura 1. Crecimiento de plantas de maíz (cm) en relación a la adición de biocarbón (0 a 5 ton ha⁻¹) al suelo serie Freire.