UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E. U. INGENIERÍAS AGRARIAS

DPTO. PRODUCCIÓN VEGETAL Y RECURSOS FORESTALES

HORMISORIA

EVOLUCION DEL CONTENIDO DE CARBONO ALMACENADO EN EL SUELO Y LA BIOMASA DE UN MONTE DE CEREZO

Proyecto -Convenio Universidad- Empresa

Referencia: 181 PPJ-541305-693.

PROYECTO ECO-MING LIFE 04 ENV/ES/000251

Investigador principal: Amelia Ruth Moyano Gardini

ÍNDICE

RESUMEN **3**

INTRODUCCIÓN **3**

MATERIAL Y METODOS **4**

RESULTADO Y DICUSION **5**

BIBLIOGRAFÍA **11**

ANEXOS **12**

RESUMEN

Este trabajo pretende conocer el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de un monte de cerezo de tres años de edad. El suelo donde, inicialmente, se plantaron los árboles procede de material de relleno y sólo los primeros centímetros es suelo natural. Por ello se busca comparar la cantidad inicial de carbono edáfico con la que tiene después de los tres años. Se hace una estimación de carbono por unidad de superficie. Se comparan los resultados con los obtenidos en otros trabajos.
Se miden gradiente hídrico en dos direcciones (entre hilera y entre plantas), buscando conocer la eficiencia de riego.
De los resultados se desprende que los árboles han alcanzado una altura media superior a 235 cm y que el diámetro en la base del cuello es ligeramente superior a 3.5 cm. Situación que está determinada en gran parte por la acción del riego. La mayor cantidad de carbono (cerca del 98%) se acumula en el suelo con un valor medio de 20 Mg C ha^{-1}. Además, estos suelos han sufrido un ligero proceso de acidificación.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los gases que causan el efecto invernadero está el dióxido, que representa el 55% de los gases que causan dicho efecto; su permanencia en la atmósfera es de más de 100 años. La principal fuente de emisión es la quema de combustibles fósiles.

Se estima que la única solución efectiva a largo plazo contra el calentamiento global es reducir paulatinamente las emisiones; una reducción drástica causaría graves problemas a las actividades económicas de los países desarrollados. Por ello se buscan soluciones racionales y rentables. Entre otras propuestas, se estableció que en el periodo 2008-2012 las emisiones de CO_2 se debían reducir en al menos un 5% respecto al nivel de 1990, pudiéndose alcanzar estos límites mediante sumideros de carbono.

Sumidero es cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor del mismo (Naciones Unidas, 1992). Los elementos capaces de comportarse como sumideros y reducir el flujo son, por este orden, los océanos, el suelo y los bosques. De allí la importancia de tener en cuenta las actividades de uso de tierra y sus posibles cambios. Las actividades que tienen la obligación de ser informadas son la forestación, reforestación y deforestación. Las dos primeras actividades contribuyen a incrementar la superficie boscosa mientras que la deforestación la reduce.

El binomio suelo-vegetación de un ecosistema forestal constituye un importante sumidero de carbono. Los árboles mediante la fotosíntesis captan el dióxido de carbono de la atmósfera o disuelto en agua y con ayuda de luz solar lo utilizan para elaborar moléculas más o menos sencillas que acumulan en la biomasa y en el suelo. A la vez que absorben dióxido también lo emiten, pero en menor cantidad, por lo que el saldo neto de emisión es negativo. Se estima que, a nivel mundial, los bosques almacenan cerca de 1000 Pg C (US Environmental Protection Agency) y la cantidad intercambiada anualmente entre la vegetación y el suelo con la atmósfera es de 125000 Mg.

El carbono que queda retenido en el conjunto de la biomasa forestal, los árboles muertos, la hojarasca y el suelo supera el 50% de la cantidad de carbono de la atmósfera. Sin embargo, el almacenamiento del carbono no es uniforme a lo largo de la vida del árbol; cuando éste alcanza la plenitud la absorción es menor.

La tala, para el aprovechamiento de la madera, puede eliminar el bosque; sin embargo, el CO_2 sigue fijado a la madera durante varias décadas o incluso siglos. Una vez que ésta no puede ser utilizada como materia prima se usa como combustible ya que se trata de una fuente de energía renovable que produce menos gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles.

La reforestación es un medio eficaz para contribuir a incrementar la superficie que actúa de sumidero y, a su vez, restablecer áreas alteradas. Además, es una de las medidas del Reglamento (CE) nº 1257/99 sobre el desarrollo rural que articula los nuevos objetivos de la política agraria.

Este trabajo pretende conocer la evolución del C almacenado en una reforestación de cerezos como parte de la rehabilitación de un área alterada por la extracción de material. Se evalúa el contenido

de carbono del suelo y el almacenado en la biomasa aérea y comparar los resultados con lo valores iniciales. Se pretende conocer si el efecto de riego ha contribuido a modificar los parámetros iniciales de C.

MATERIAL Y METODOS

Para conocer las dosis de riego y la eficiencia de mismo se calculó la evapotranspiración (volumen de agua transpirada por la planta y evaporada a través del suelo) a partir de los parámetros climático aportados por la estación meteorológica situado en el Polígono de las Casas en la ciudad de Soria (2º 28"2 O; 41º 46"; 1080 msnm). El periodo comprendido es de 20 años (1986- 2006). Se estima la evapotranspiración (ETP) por dos métodos: Blaney- Criddle y Thornthwaite.

Mediante un TDR se pretende conocer la eficiencia del riego y la disponibilidad de agua para las plantas. Para ello se realizan determinaciones del contenido de humedad en diferentes puntos entre calles y entre líneas.

Para conocer el contenido de agua del bulbo húmedo se hacen determinaciones a 10 cm del cuello de la planta hasta una profundidad de 20 cm. Se comparan con los valores obtenidos entre hileras (100 cm). Para conocer el gradiente húmedo entre una planta y otra, otra dentro de la misma línea o hilera, se determina la humedad de suelo junto a la planta y a dos distancias de la misma (130 y 260 cm).

Para comprobar las posibles variaciones de algunos de los parámetros edáficos se recolectaron muestras de suelo completando un total de 21 muestras medias. Estas fueron analizadas según los métodos propuestos por Porta (1985) y comparadas con los resultados obtenidos en los años 2000 y 2004. Los parámetros análisis analizados fueron textura, humedad higroscópica, gravas, carbono orgánico, pH (relación suelo: agua 1:2.5 y 1:5). Los resultados son medias de dos determinaciones. Para conocer las posibles variaciones en el contenido de C del suelo y del pH se hace un estudio estadístico análisis de varianza (ANOVA) entre los valores de los diversos años considerados (2000, 2004 y 2006).

Para estimar la biomas del fuste y el contenido de carbono almacenado en la misma se midieron los diámetros en la base del cuello de las plantas y a 120 cm de altura. Así mismo se midió con un vertex la altura que habían alcanzado los árboles seleccionados 8102)). A partir de estos datos se estima el volumen de madera acumulada.

Por gravimetría se determina el contenido de humedad de la biomasa aérea y se calcula la cantidad de C equivalente. Se considera que, aproximadamente, el 50% de la madera es carbono (Kollman, 1959, Esteban y col, 2006) y que la composición de la madera es idéntica en las diferentes especies leñosas, así como dentro de un mismo árbol en sus diferentes fracciones. Finalmente se calculó la cantidad de CO_2 mediante la proporción entre el peso de la molécula de CO_2 y el peso del átomo el C que la compone.

Teniendo en cuenta la densidad aparente, el volumen de suelo y el volumen de gravas se estiman la cantidad de carbono orgánico total /ha almacenado en el suelo.

RESULTADO Y DICUSION

Tabla 1. Evapotranspiración según Blaney- Criddle

Meses	p	F	%HR	n/N	Viento (m/s)	Eto (l/m*s)
Enero	0,21	2,01	78,13	14.1	4,74	0,30
Febrero	0,24	2,46	69,133	15.5	5,56	0,80
Marzo	0,27	3,11	62,4	17.7	4,67	1,10
Abril	0,30	3,58	63,60	15.7	5,15	2,00
Mayo	0,33	4,60	62,67	17.4	4,13	2,80
Junio	0,34	5,42	57,00	19.7	3,85	4,00
Julio	0,33	5,76	51,60	22.9	4,02	4,10
Agosto	0,31	5,45	52,93	23.0	3,98	4,00
Septiembre	0,28	4,39	61,47	18.7	4,85	2,90
Octubre	0,25	3,35	71,20	17.0	5,36	2,00
Noviembre	0,22	2,46	76,07	15.0	3,98	0,60
Diciembre	0,21	2,11	79,07	12.7	4,09	0,35

P: porcentaje de horas diurnas para la latitud establecida; n: número de horas de sol; N: número máximo de horas de sol posibles (tabulado)

Tabla 2. Valor de la evapotranspiración según Thornthwaite

Meses	I	ETP e´	ETP
Enero	0,49	10,56	8,76
Febrero	0,89	1680	13,94
Marzo	1,81	29,43	30,31
Abril	2,15	33,76	37,48
Mayo	4,05	55,62	69,53
Junio	6,38	79,58	100,27
Julio	8,34	98,39	124,95
Agosto	8,51	99,99	118,98
Septiembre	6,04	76,23	79,28
Octubre	3,49	49,45	47,47
Noviembre	1,53	25,76	21,12
Diciembre	0,76	14,76	11,81

I: un índice de calor anual resultante de la suma de los doce índices de calores. ETPe´sin corregir. ETP. Corregida por factores de posición

Los valores más altos de evapotranspiración según Braney y Criddle ocurren durante los meses julio y agosto (cercanos a 4) y los más bajos enero y diciembre (cercanos a 0.3). Sin embargo, si se comparan los resultados obtenidos con por este método con los datos obtenidos con el método propuesto por Thornthwaite se observa que estos últimos son sensiblemente superiores. Los valores más altos corresponden, al igual que antes, a los meses de julio y agosto (125 y 119, respectivamente) y los más bajos enero y diciembre (8.76 y 11.8). Se considera que estos últimos valores son más ajustados a la condiciones xerícas del área.

De las mediciones realizadas con el TDR (Fig 1), se desprende que en las proximidades de la planta, en el bulbo húmedo, el contenido medio de agua es 18.5 g/100 g ($\pm$ 3.0). Dada la textura de estos suelos, mayoritariamente franco-arenosa, se puede pensar que el suelo se encuentra con un contenido de agua próximo a capacidad de campo. Mientras que a una distancia de 100 cm el porcentaje de agua ha bajado a valores medios de 8.16 g/100 g ($\pm$ 2.8) punto de marchitez permanente.

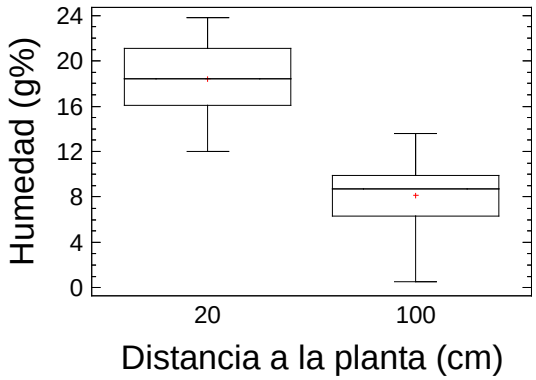

Fig. 1. Contenido de agua en el bulbo húmedo y seco

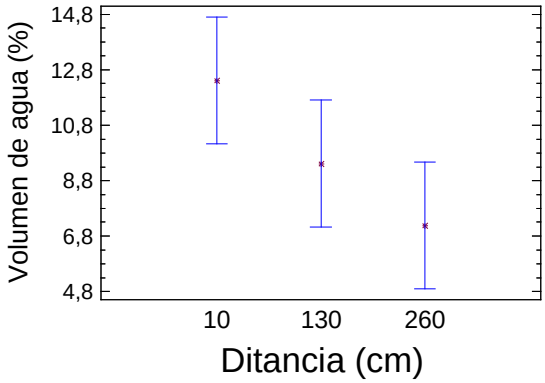

Fig. 2. Contenido de agua a lo largo de una hilera

El gradiente hídrico que se establece entre una planta y otra (Fig. 2) es heterogéneo y se piensa que hay goteros que no erogan el caudal correcto. Es posible que existan pequeñas obstrucciones dentro de las tuberías que conducen el agua.

Del estudio estadístico del contenido de carbono orgánico en el suelo (Tabla 3) se puede deducir que, si bien los valores encontrados son bajos o muy bajos están en correspondencia con las características climáticas de la zona (Tablas 1 y 2). Hay un incremento significativo desde el inicio de la plantación hasta la situación actual (Fig. 3). Este incremento se debe a varias razones, en primer lugar, a los aportes orgánicos masivos realizados durante la preparación del terreno, a la aplicación de riegos con compuestos orgánicos (ácidos fúlvicos y húmicos) durante los años que lleva la plantación y las prácticas de manejo del suelo que buscaban en todo momento conservar la materia orgánica edáfica. Estas prácticas de manejo del suelo dan como resultado que el contenido medio de carbono pase de un valor inicial de 1.4 g/ kg a un valor de 7.4 g/k g. Esta tendencia puede continuar en el tiempo.

Tabla 3. Resumen estadístico de los valores de carbono orgánico del suelo

Años	N	Promedios (g/100 g)	Desviación	Máximos	Rango	Asimetría	Curtosis
2002	21	0.14096	0.015	0.6671	0.4525	0.628	-0.9631
2004	21	0.5666	0.206	0.9227	0.6258	0.6280	-0.9638
2006	21	0.7387	0.375	1.334	1.264	0.2123	-1.1111

N. numero de observaciones.

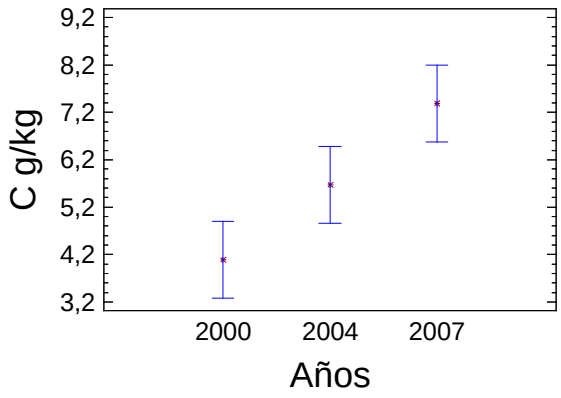

Fig. 3. Comparación de medias de los contenidos de carbono (g kg^{-1}) en tres años de estudio

Por otro lado se aprecia reducción significativa en los valores de pH (Fig. 4). Si bien estos suelos inicialmente recibieron aportes de carbonato de calcio, es posible que las extracciones de calcio por parte de las plantas de cerezos y la lixiviación ocasionada por las aguas procedentes de los riegos y de la lluvia hayan reducido los niveles de caliza. Por lo que es posible que se necesite una dosis de mantenimiento

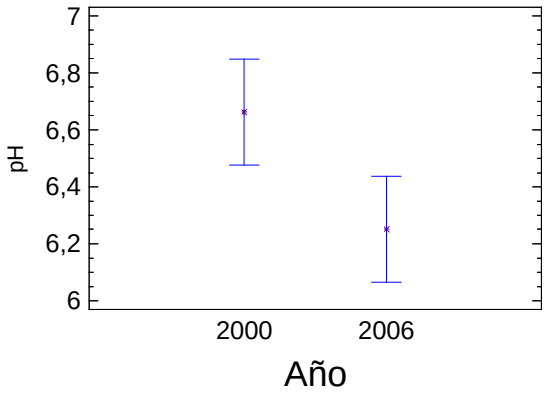

Fig. 4. Comparación de los valores de pH

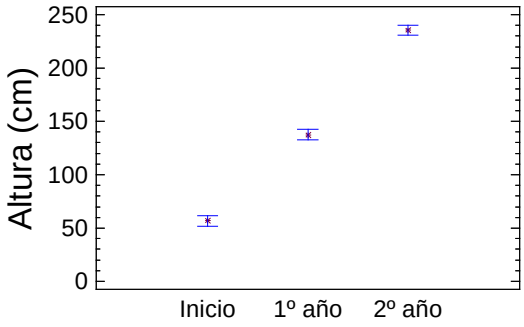

Fig. 5. Comparación de las alturas alcanzadas por las plantas.

Cuando se comparan la altura de las plantas se aprecia que inicialmente, las procedentes de vivero, traían una altura cercana a los 50 cm (Fig. 5). Al año siguiente alcanzaron cerca de 150 cm. Si bien, durante el primer año las plantas gastaron parte de su energía en formar el nuevo sistema radicular para abastecer las necesidades aéreas la variación de altura fue muy evidente. Después de dos años, las plantas, han alcanzado una altura media superior a las 230 cm ($\pm$ 0.80). Los incrementos de altura son ligeramente superior a los valores medios citados en la bibliografía.

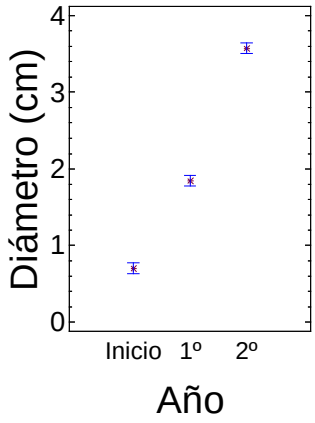

Fig. 6. Comparación de los diámetros medidos en la base de cuello

Cuando se comparan los diámetros medios de las plantas, medido en la base del cuello (Fig. 6), se aprecian diferencias significativas. Es necesario señalar que este parámetro no tiene una distribución normal y que hay variaciones del diámetro dentro de cada año considerado.

Teniendo en cuenta el contenido de humedad de la madera (50-55%) y densidad ligeramente inferior a la que tiene la madera de un árbol adulto, se estimo la biomasa acumulada en el fuste. La biomasa (Fig. 7), al igual que el diámetro y la altura, presenta diferencias significativas entre el primer año y el segundo año. Se observa una mayor homogeneidad determinada por la presencia de una distribución normal (Tabla 4).

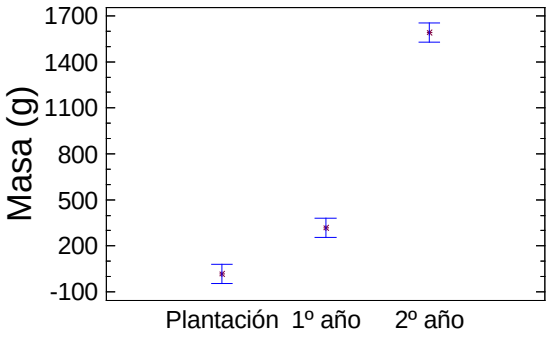

Fig. 7. Biomasa acumulada en el fuste (materia húmeda)

Tabla 4. Resumen estadísticos de la biomasa acumulada en el fuste desde la plantación hasta el segundo año.

Años	N	Promedios g	Varianza	Desviación	Máximos	Rango	Asimetría	Curtosis
Inicio	102	17.8	106.3	10.3	50.1	48.1	3.8	1.62
1º	102	317.9	33711.9	183.6	765.4	725.2	2.3	-0.66
2º	102	1591.9	56704.0	754.1	3455.1	3312.	0.8	-1.48

N. numero de observaciones.

Se estima que la cantidad de carbono orgánico de la biomasa (materia seca) estimada, como materia se ha incrementado casi 100 veces.

Tabla 5. Valores de biomasa (materia seca) y sus contenido de C y CO_2

	Biomasa g (ms)	C (g árbol^{-1})	CO_2 (g árbol^{-1})	CO_2 (kg ha^{-1} año^{-1})
Inicio	8 - 9	4.0 – 4.5	15-16	10- 11
1º año	14 -16	72 – 80	262 - 292	173 – 192
2 año	795 - 715	358 - 398	1312- 1458	866- 963

Utilizando lo datos de carbono de la biomasa y del suelo se puede calcular la cantidad de carbono que se ha acumulado en el suelo

Tabla 6. Comparación del contenido de carbono (Mg ha-^{1}) un sabinar y el monte de cerezo

	Sabinar adulto Soria (1)	Cerezo inicio	Cerezo (2006)
Suelo	29-32	4.2	18- 22
Biomasa	9-10	0	0.236- 0.264

(1 Cabezón y col, 2006, Esteban y col. 2006)

Coincidiendo con numerosos autores se aprecia que el mayor contenido de carbono se acumula en el suelo; esta tendencia se acentuará con el paso de los años

BIBLIOGRAFÍA

Esteban Pascual, L. S., Fernández LLorente, M.J. Pérez, J. Moyano Gardini, A. y Sanz Crespo, A. 2006. Estimación de la biomasa aérea y determinación de sus características químico-energéticas en un monte de *Juniperus thurifera* L. en la provincia de Soria (España). 2006. Actas del tercer Coloquio internacional sobre sabinares y Enebrales.tomo 2:345-350.

Moyano, A., Gallardo Lancho, J. F., Charro, E. 2004. Comportamiento del carbono orgánico en dos suelos forestales de la Sierra de Gata (Provincia de Salamanca). Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 20: 245-250.

Oria de Rueda, J.A. 2002. Guía de árboles y arbustos de Castilla y León. Editorial Cálamo. Palencia.

Parten, Parton W.J., Schimel D.S., Colé C.V. y Ojima D.S. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels on grasslands. Soil Sci. Soc. Am. J. 51 (1987), pp. 1173-1179.

Porta Casanellas, J., Acevedo Reguerín, M.L., Roquero de Laburu C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid. Mundi-Prensa 2003, 943 pp.

Porta Casanellas, J. 1986. Técnicas y experimentos en edafología. Col.Legi oficial d'enginyers agronoms de Catalunya, 283 pp, Barcelona.

Swift R,. 2001 Sequestration of C by soil. Soil Sci 166, 9-25.

ANEXOS

Altura, diámetro y volumen en desde el inicio hasta el segundo año de plantación

Árboles	Altura en el año de plantación (cm)	Diámetro en el año de plantación (cm)
1	37,00	0,70
2	45,00	0,50
3	84,00	1,00
4	66,00	0,80
5	50,00	0,70
6	63,00	0,40
7	51,00	0,60
8	37,00	0,30
9	51,00	0,70
10	45,00	0,70
11	62,00	0,40
12	34,00	0,60
13	95,00	0,90
14	35,00	0,80
15	38,00	0,30
16	49,00	0,50
17	62,00	0,30
18	84,00	0,50
19	71,00	0,80
20	89,00	0,80
21	34,00	0,50
22	72,00	0,70
23	83,00	0,80
24	41,00	0,80
25	54,00	0,60
26	62,00	0,80
27	54,00	0,50
28	82,00	1,00
29	32,00	0,50
30	45,00	1,00
31	27,00	1,00
32	45,00	0,80
33	36,00	1,00

Árboles	Altura en el año de plantación (cm)	Diámetro en el año de plantación (cm)
34	50,00	0,50
35	82,00	0,90
36	61,00	0,80
37	50,00	0,80
38	59,00	0,80
39	54,00	0,80
40	60,00	1,00
41	54,00	0,60
42	60,00	0,60
43	53,00	0,40
44	52,00	0,60
45	37,00	0,90
46	40,00	0,50
47	60,00	0,30
48	62,00	0,80
49	59,00	0,40
50	80,00	0,80
51	52,00	0,80
52	43,00	1,00
53	54,00	0,80
54	54,00	0,90
55	50,00	0,80
56	46,00	0,50
57	34,00	0,50
58	60,00	0,80
59	52,00	0,90
60	58,00	0,60
61	54,00	0,65
62	53,00	0,57
63	62,00	0,80
64	52,00	0,68
65	51,00	0,62
66	49,00	0,65
67	42,00	0,57
68	49,00	0,57
69	52,00	0,56
70	52,00	0,52
71	52,00	0,56
72	58,00	0,62
73	46,00	0,64
74	45,00	0,68

Árboles	Altura en el año de plantación (cm)	Diámetro en el año de plantación (cm)
75	42,00	0,69
76	49,00	0,68
77	50,00	0,68
78	52,00	0,70
79	56,00	0,71
80	52,00	0,80
81	60,00	0,85
82	85,00	0,59
83	65,00	0,54
84	68,00	0,57
85	70,00	0,56
86	58,00	0,80
87	80,00	0,85
88	58,00	0,85
89	58,00	0,86
90	56,00	0,67
91	52,00	0,74
92	52,00	0,72
93	60,00	0,82
94	80,00	0,78
95	74,00	0,85
96	80,00	0,91
97	68,00	0,75
98	58,00	0,58
99	70,00	0,86
100	72,00	0,72
101	80,00	0,85
102	74,00	0,76

Altura, diámetro y volumen al año de plantación

Árboles	Altura al año de plantación (cm)	Diámetro al año de plantación (cm)
1	120,00	1,50
2	177,00	2,20
3	192,00	1,80
4	185,00	2,20
5	152,00	2,55
6	114,00	1,80
7	178,00	2,40
8	177,00	2,40
9	182,00	2,50
10	182,00	2,00
11	200,00	2,50
12	142,00	1,70
13	170,00	2,50
14	220,00	2,40
15	155,00	2,20
16	150,00	2,00
17	186,00	2,30
18	160,00	2,20
19	130,00	1,80
20	120,00	1,10
21	167,00	2,00
22	149,00	2,00
23	161,00	2,80
24	109,00	2,80
25	100,00	0,80
26	90,00	1,00
27	144,00	1,80
28	157,00	2,00
29	178,00	2,00
30	145,00	2,50
31	160,00	2,00
32	123,00	2,00
33	129,00	1,80
34	137,00	1,80
35	118,00	1,80
36	167,00	1,50
37	150,00	2,00
38	174,00	2,00
39	162,00	2,50
Árboles	**Altura al año de plantación (cm)**	**Diámetro al año de plantación (cm)**
40	142,00	2,00

41	150,00	2,00
42	60,00	1,00
43	155,00	1,80
44	162,00	1,40
45	123,00	1,70
46	80,00	0,80
47	125,00	2,00
48	104,00	1,00
49	126,00	1,00
50	128,00	2,00
51	141,00	1,60
52	164,00	2,40
53	120,00	1,80
54	130,00	2,00
55	140,00	2,00
56	13,00	2,00
57	100,00	1,50
58	102,00	1,00
59	118,00	1,80
60	90,00	1,60
61	152,00	2,10
62	102,00	1,50
63	108,00	1,60
64	116,00	2,10
65	152,00	2,50
66	130,00	2,00
67	180,00	2,30
68	160,00	2,50
69	136,00	1,80
70	153,00	2,00
71	167,00	2,00
72	156,00	2,00
73	125,00	1,80
74	131,00	1,60
75	60,00	1,00
76	157,00	2,00
77	160,00	2,00
78	149,00	1,60
79	128,00	1,70
80	116,00	1,00
81	120,00	2,00
82	110,00	1,50
83	109,00	1,50
84	150,00	1,20
85	130,00	2,00

86	148,00	1,50
87	127,00	1,50
88	116,00	1,50
89	70,00	1,10
90	80,00	1,00
91	184,00	2,30
92	118,00	1,70
93	167,00	1,60
94	128,00	1,50
95	147,00	2,00
96	196,00	2,50
97	151,00	2,10
98	144,00	1,70
99	80,00	1,50
100	143,00	2,00
101	90,00	1,80
102	90,00	2,00

Tabla 3. Altura, diámetro y volumen a los dos años de plantación

Árboles	**Altura a los dos años de plantación (cm)**	**Diámetro a 1,2 m (cm)**	**Diámetro a los dos años de plantación (cm)**
1	267	0,70	3,50
2	280	0,50	3,50
3	250	1,00	4,10
4	301	0,80	4,50
5	300	0,70	4,00
6	277	0,40	4,50
7	275	0,60	4,50
8	265	0,30	4,00
9	254	0,70	3,50
10	230	0,70	4,00
11	202	0,40	4,50
12	232	0,60	5,00
13	254	0,90	5,00
14	278	0,80	5,00
15	256	0,30	3,50
16	223	0,50	4,00
17	235	0,30	4,50
18	235	0,50	5,00
19	201	0,80	5,25
20	200	0,80	3,00
21	215	0,50	4,00
22	198	0,70	3,00
23	189	0,80	4,00
24	201	0,80	4,00
25	250	0,60	4,00
26	268	0,80	4,00
27	287	0,50	4,00
28	213	1,00	3,25
29	230	0,50	4,00
30	189	1,00	2,25
31	276	1,00	3,50
32	250	0,80	4,00
33	238	1,00	4,50
34	281	0,50	4,00
35	301	0,90	4,00
36	300	0,80	4,00
37	256	0,80	4,00

Árboles	Altura a los dos años de plantación (cm)	Diámetro a 1,2 m (cm)	Diámetro a los dos años de plantación (cm)
38	246	0,80	4,25
39	260	0,80	4,00
40	230	1,00	4,00
41	250	0,60	4,50
42	198	0,60	2,50
43	254	0,40	4,25
44	241	0,60	4,50
45	201	0,90	3,75
46	198	0,90	2,75
47	231	0,80	3,50
48	179	0,50	2,50
49	225	0,50	2,50
50	225	0,80	2,50
51	230	0,90	2,50
52	230	0,60	3,00
53	254	0,65	3,50
54	253	0,57	4,50
55	260	0,80	4,50
56	190	0,68	2,00
57	225	0,62	4,50
58	271	0,65	3,50
59	100	0,57	3,50
60	182	0,57	3,00
61	290	0,56	3,50
62	298	0,52	4,25
63	265	0,56	4,50
64	275	0,62	4,00
65	240	0,64	3,25
66	260	0,68	3,25
67	287	0,69	3,25
68	103	0,68	2,00
69	290	0,68	4,00
70	301	0,70	3,50
71	276	0,71	3,00
72	265	0,80	3,25
73	287	0,85	4,00
74	254	0,59	3,25
75	220	0,54	3,00
76	230	0,57	2,50
77	278	0,56	3,25

Árboles	Altura a los dos años de plantación (cm)	Diámetro a 1,2 m (cm)	Diámetro a los dos años de plantación (cm)
78	185	0,80	3,00
79	228	0,85	2,75
80	270	0,85	3,00
81	210	0,86	3,00
82	72	0,67	2,00
83	253	0,74	3,00
84	120	0,72	3,50
85	210	0,82	3,75
86	223	0,78	3,50
87	270	0,85	3,25
88	212	0,91	2,75
89	263	0,75	3,50
90	225	0,58	3,50
91	268	0,86	2,00
92	93	0,72	3,00
93	298	0,85	3,00
94	263	0,76	3,00
95	245	0.70	3,00
96	250	0.65	3,00
97	235	0.72	3,00
98	285	0.81	3,00
99	260	0.65	3,50
100	220	0.56	2,50
101	265	0.68	3,00
102	50	0.67	4,00

Muestra	Gravas (%)	TFSA (%)	Humedad (g/g TFSE)	Textura	Carbono orgánico (%)	Materia orgánica (%)	PH 1:2,5	PH 1:5	N (ppm)	C/N
1	46,49	53,50	1,04	Franco	0,47	0,50	6,05	6,20	495,3	9.5
2	37,98	62,05	1,01	Franco	0,460	0,50	6,17	5,93	451,5	10.1
3	49,11	50,89	1,06	Franco arenoso	0,560	0,44	6,36	6,00	548,5	10
4	48,31	51,69	1,02	Arenoso	0,500	0,39	5,87	6,04	477,6	9.7
5	49,56	50,44	1,03	Arenoso/ Compactado	0,453	0,58	5,83	6,19	486,6	9.2
6	50,08	49,92	1,01	Franco arenoso	0,594	0,53	5,38	5,48	495,4	12
7	54,61	45,39	1,01	Franco arenoso	0,67	1,15	5,44	6,15	545,9	10
8	46,74	53,26	1,03	Franco arenoso	0,40	0,69	6,71	6,45	496,5	8
9	44,69	55,31	1,05	Franco arenoso	0,456	0,37	6,72	6,78	410,9	9
10	51,04	48,96	1,03	Franco arenoso	0,26	0,45	7,11	7,02	364,8	7
11	53,48	46,52	1,01	Franco arenoso	0,49	0,84	5,84	6,00	544,1	9
12	52,14	47,86	1,02	Franco arenoso	0,51	0,87	5,57	6,15	553,2	9
13	42,60	57,40	1,01	Franco arenoso	0,56	0,96	5,90	5,78	595,5	9
14	54,64	45,36	1,01	Franco arenoso	0,45	0,77	5,92	6,45	543,4	8
15	52,44	47,56	1,04	Franco arenoso	0,54	0,92	6,13	6,13	588,6	9
16	56,01	43,99	1,01	Franco arenoso	0,64	1,10	5,85	5,90	503,5	13
17	49,19	50,81	1,01	Franco arenoso	0,67	1,15	5,77	5,95	693,8	11
18	49,72	50,28	1,01	Franco	0,47	0,81	6,12	6,40	639,7	7
19	39,76	60,24	1,01	Franco arenoso	0,39	0,67	6,29	6,36	493,6	8
20	39,81	60,19	1,01	Franco arenoso	0,44	0,76	6,83	7,16	531,6	8
21	45,51	54,49	1,01	Franco arenoso	0,22	0,460	6,70	7,28	368,9	6