

## APTITUD DE LOS SUELOS DEL FUNDO LAS MARÍAS DEL ESTADO ARAGUA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES

Raúl Jiménez Solórzano<sup>1</sup>, Juan Carlos Rey<sup>1</sup>, Jairo Nogales<sup>1</sup>, Esmeralda Araujo<sup>2</sup>, Maryuris Aguilar<sup>3</sup>, Cesar Giménez<sup>4</sup>, Richard Palencia<sup>4</sup>, Yorelis Ortega<sup>5</sup>

<sup>1</sup>INIA-CENIAP, <sup>2</sup>Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos), <sup>3</sup>Holcim Venezuela, C.A., <sup>4</sup>INIA-Yaracuy, <sup>5</sup>UNEFA (pasante INIA-Yaracuy)

[rjjimenez@inia.gob.ve](mailto:rjjimenez@inia.gob.ve); [jcrey@inia.gob.ve](mailto:jcrey@inia.gob.ve); [jnogales@inia.gob.ve](mailto:jnogales@inia.gob.ve); [earaujocastillo@gmail.com](mailto:earaujocastillo@gmail.com); [maryuris.aguilarh@gmail.com](mailto:maryuris.aguilarh@gmail.com); [rpalencia@inia.gob.ve](mailto:rpalencia@inia.gob.ve); [cgimenez@inia.gob.ve](mailto:cgimenez@inia.gob.ve); [yorelis74@hotmail.com](mailto:yorelis74@hotmail.com);

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los suelos del Fundo Las Marías, ubicado en la población de Magdalena (municipio Zamora del estado Aragua), con el propósito de determinar su aptitud y potencial para el establecimiento de un sistema agroforestal con especies de samán. Con una superficie de 28 has, la zona se dividió en tres unidades de acuerdo a sus características fisiográficas, caracterizando morfológicamente los suelos utilizando un muestreo anidado. Con la finalidad de determinar la Capacidad de Uso de los suelos, en cada punto se describieron los siguientes parámetros físico-morfológicos: espesor de los horizontes, textura, color, pedregosidad y rocosidad, moteados, permeabilidad, drenaje interno y externo, inundación, reacción HCl, pH, y la conductividad eléctrica (dS/m); adicionalmente, se realizaron análisis químicos con fines de fertilidad. Los resultados indicaron que la capacidad de uso de los suelos estuvo entre III y VI para el manejo usual por limitaciones de suelo (textura, rocosidad, fertilidad) y drenaje. Sin embargo, bajo un manejo mejorado, que implica la aplicación de fertilizantes y enmiendas, drenaje y control de inundaciones, los suelos pueden presentar una capacidad de uso entre II y IV, quedando con buena aptitud cerca del 70% de la superficie del Fundo Las Marías para el desarrollo de especies forestales.

**Palabras claves:** capacidad de uso, especies forestales, samán, agroforestería.

### INTRODUCCIÓN

El samán es un árbol grande y umbraculiforme que puede llegar a medir 60 metros de altura. La densa y simétrica copa puede alcanzar 80 metros de ancho y cubrir aproximadamente 1/5 hectáreas (Skolmen, 1990), que proporciona a la ganadería vacuna sombra bastante densa. Según Gallusser (2007), agroforestería son los sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales el manejo de especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) está asociado con cultivos agrícolas o producción animal en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. La principal característica de los sistemas agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada en la que los árboles cumplen un rol fundamental en el abastecimiento de muchos productos, tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas. Por otra parte, los árboles son proveedores importantes de servicios como seguridad alimenticia, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo,

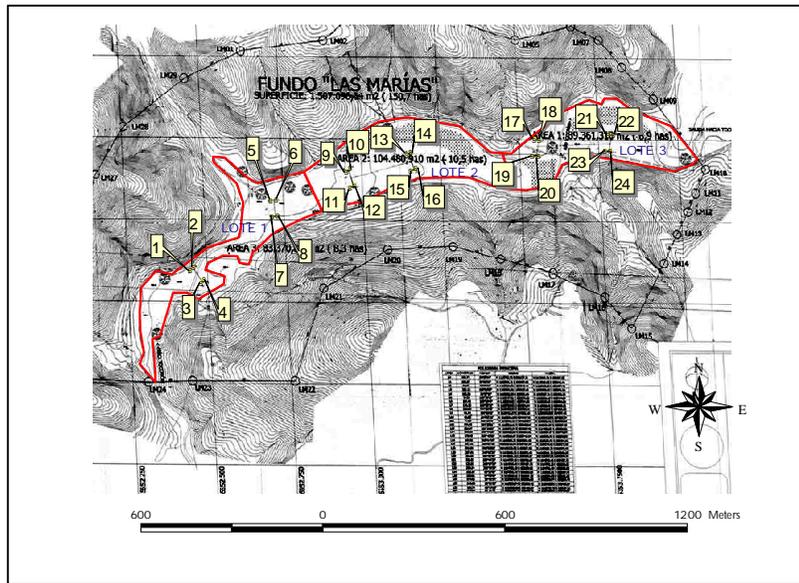
mejora del microclima, demarcación para la recuperación de tierras degradadas y control de maleza. Además, se ha demostrado que la agroforestería contribuye a la mitigación del cambio climático, debido a que constituyen sistemas con alto potencial como sumideros de carbono (Torres *et al.*, 2008). El desarrollo de sistemas agroforestales en áreas totalmente intervenidas y deforestadas, requiere de la inclusión de especies arbóreas adecuadas. En este sentido, la empresa Holcim Venezuela, C.A., a través de la Fundación Holcim, en septiembre del año 2009, planteó al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Sede Yaracuy, la posibilidad de plantar especies vegetales forestales, específicamente samán, de manera de establecer un banco de germoplasma con el fin de conservar este material genético, en un área de 28 ha (de un total de 150 ha) conocida como Fundo Las Marías, ubicada en la población de Magdalena (estado Aragua). De esta manera, se planteó la caracterización morfológica de los suelos del Fundo Las Marías, con el propósito de determinar su aptitud y potencial para el establecimiento de este banco de germoplasma de Samán.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en el “Fundo Las Marías”, ubicado en la población de Magdalena (municipio Zamora del estado Aragua). Geográficamente se ubica a 652.210 Norte y 1.114.729 de longitud Oeste (Uso 19), con una pluviosidad anual de 834 mm, temperatura media anual de 25,5 °C y una zona de vida según Holdridge de Bosque Seco Tropical.

Con base a un estudio planimétrico de la superficie bajo estudio, se procedió a la ubicación de los puntos de muestreo en campo distribuidos en tres Áreas bien diferenciadas, de acuerdo a su geomorfología con unidades de 8,9; 10,5 y 8,3 hectáreas. La caracterización de los suelos se realizó mediante el diseño de un muestreo anidado (Webster y Oliver, 1990) utilizando cuatro niveles de anidamiento, representados los tres primeros por distancias de 50, 20, 5 m y el cuarto nivel por los tres primeros horizontes de suelo. De esta manera, se obtuvo un diseño de muestreo de 3x2x2x2x3 con un total de 24 puntos de observación. En la mayoría de los casos se tomaron muestras a tres profundidades, dando un total de 72 muestras (Figura 1). Los barrenos se realizaron hasta 1 m de profundidad, en los cuales se describieron los siguientes parámetros físico-morfológicos: espesor de los horizontes, textura, color, pedregosidad y rocosidad, moteados, permeabilidad, drenaje interno y externo, inundación, reacción HCl, pH, y la conductividad eléctrica (dS/m). En cada uno de los puntos de muestreo, fueron analizados con fines de fertilidad los suelos pertenecientes a los dos primeros horizontes siguiendo las normas del “Manual de Métodos de Referencia para el Análisis de Suelos para Diagnostico de Fertilidad” (Gilabert *et al.*, 1990).

Las principales limitaciones de las tierras se establecieron por medio de la clasificación por Capacidad de Uso Agropecuario (Comerma y Arias, 1971). Las categorías definidas fueron: clases, subclases y subclases específicas. Las clases agrupan tierras de acuerdo al número y grado de limitaciones para la producción de cultivos, o por riesgos similares para su degradación. De las 8 clases definidas por el sistema de capacidad de uso, las primeras 4, pueden producir cultivos comunes adaptables, pastos y bosques, incrementándose las limitaciones y los riesgos a la degradación de los suelos (y por ende restringiéndose la amplitud a las alternativas de uso) desde la clase I, hasta la clase VIII.



**Figura 1.** Distribución de los puntos de muestreo sobre la superficie bajo estudio (Fundo Las Marías, Magdalena, estado Aragua).

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Caracterización físico-morfológica de los suelos del Fundo Las Marías, Magdalena (estado Aragua).

Los suelos del “Fundo Las Marías” presentan variaciones que están estrechamente relacionadas con las formas de relieve. En este sentido, los suelos van desde texturas francas-francoarcillosas hasta arenosas, estas últimas ubicadas cercanas a las corrientes de agua que atraviesan toda la superficie del área bajo estudio (río Tocarón). Esta situación produce diferencias en las propiedades físicas y químicas de los suelos, que condicionan el tipo de vegetación y están relacionadas con diferentes capacidades de usos agropecuarios de las tierras (Comerma y Arias, 1971). En el Cuadro 1, se presentan las clases y subclases a las que pertenecen los suelos, de acuerdo a los datos recogidos en campo.

**Cuadro 1.** Capacidad de Uso Agropecuario de los Suelos del Fundo Las Marías, perteneciente a la empresa socialista Holcim Venezuela, C.A., en las áreas estudiadas.

Área	Clase	Subclase	Subclase específica	Numero de Observaciones (n°)
1	III	III SD	III hi	3
	IV	IV S	IV hf	1
	VI	VI SD	VI rfi	4
2	III	III S	III h	4
	IV	IV S	IV hf	4
3	III	III S	III h	6
	IV	IV S	IV hf	2

**Fuente:** datos propios.

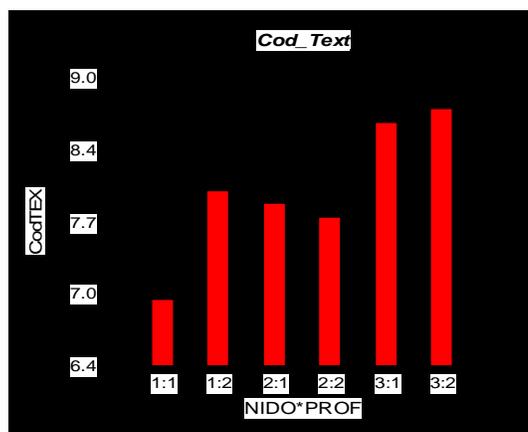
Los suelos en las diferentes áreas presentan clases que van desde la III hasta la VI. Sin embargo, son los suelos del Área 1 que presentan mayores limitaciones por problemas de rocosidad e inundaciones (ocasionales a frecuentes) ubicados en los puntos de muestreo cercanos al río. De las tres áreas estudiadas, los suelos del área 3 presentan mejores cualidades; con adecuados contenidos de carbono orgánico como resultado de la continua incorporación de materiales vegetales propios de estos ecosistemas vírgenes, presentando limitaciones solo en sitios específicos, tales como: baja profundidad efectiva del perfil, y poca fertilidad de los suelos, la cual puede mejorarse mediante una fertilización adecuada. La principal limitación en toda la zona bajo estudio, se presenta en aquellas superficies localizadas en bajas posiciones fisiográficas, por presentar problemas de drenaje. En el Cuadro 2 se presentan las clases, subclases y subclases específicas para el nivel mejorado de los suelos.

**Cuadro 2.** Capacidad de Usos de los Suelos (mejorado) del Fundo Las Marías, perteneciente a la empresa socialista Holcim Venezuela, C.A., en las áreas estudiadas.

Área	Clase	Subclase	Subclase específica	Numero de Observaciones (n°)
1	II	II S	II h	4
	IV	IV SD	IV ri	4
2	II	II S	II h	8
3	II	II S	IIh	8

**Fuente:** datos propios.

En el Área 1 predominan las texturas más gruesas. El río Tocarón, con influencia en gran parte de la superficie, según información confirmada, tiende a desbordarse en la época de lluvia. Esto trae como consecuencia, que cercano al río queden los sedimentos más gruesos (arenas) y el transporte de las partículas más finas (limos y arcillas) se acumulen en zonas más alejadas. Las partículas más gruesas (arenas) otorgan un comportamiento particular a los suelos, como poca retención de humedad y nutrientes, buena aireación y trabajabilidad, baja disponibilidad y baja retención de nutrientes. Los suelos más pesados (arcillosos) suelen tener un mal drenaje, es decir, se aguachinan, incluso durante días. Aunque no todos los suelos arcillosos drenan mal, este es un gran problema sobre todo en las zonas bajas, que es donde se acumula más agua. Sin embargo, los samanes prosperan en condiciones de suelos con drenajes que van de bueno a impedidos de texturas medias a pesadas (arcilloso, aluvial) (OFI-CATIE, 2010). Los suelos con mayores niveles de arcilla, adicionalmente, están asociados a una mayor retención de humedad y altos niveles de fertilidad (Figura1).

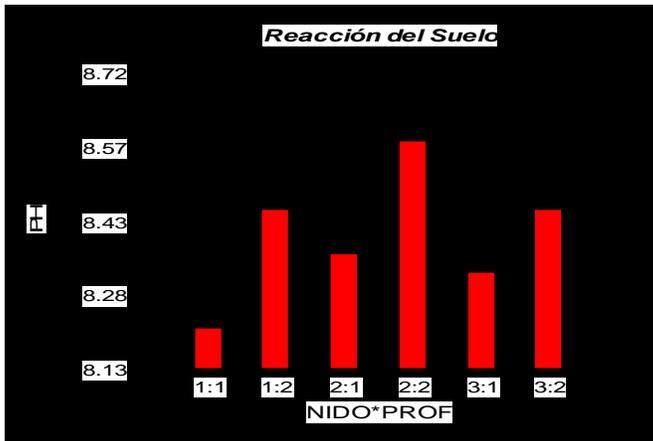


**Figura 1.** Condiciones de la textura en los suelos del Fundo Las Marías, referidos a los tres nidos evaluados cada uno a dos profundidades.

**Simbología** Código de Texturas (Y): 6 (FA) - 7 (FAL) - 8 (Aa) - 9 (AL) - 10 (A).

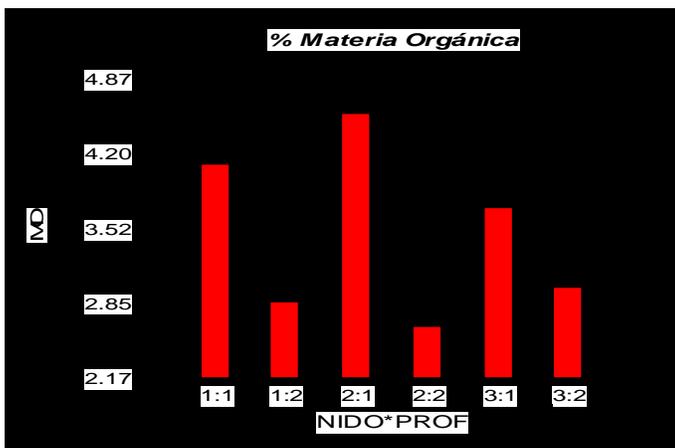
La reacciones extremas en los suelos, tales como fuerte acidez o fuerte

alcalinidad, son indicativas de condiciones que interfieren con el desarrollo de microorganismos importantes en el suelo, y se relacionan con una baja disponibilidad de nutrientes y aumento de la disponibilidad de algunos microelementos que pudiesen causar toxicidad a las plantas (reacciones ácidas). Los resultados de laboratorio, muestran pH entre 8 y 8,8 (fuertemente alcalinos) (Figura 3), valores que deberían considerarse a la hora de la siembra de las especies forestales. A estos niveles de pH son comunes las deficiencias de fósforo, hierro, zinc y cobre y excesos de molibdeno y sodio que pueden afectar el desarrollo de las plantas. La fertilización de los suelos con materiales orgánicos y fuentes de nitrógeno a base de sulfatos, puede mejorar la reacción del suelo favoreciendo el desarrollo de las especies de samanes.



**Figura 3.** Niveles de pH en los suelos del Fundo Las Marías, referidos a los tres nidos evaluados cada uno a dos profundidades.

Las plantas son la principal fuente de materia orgánica, ya que parte de sus hojas, tallos, flores, frutos y generalmente todo el sistema radical, se quedan en el suelo cuando la planta culmina con su ciclo de vida activo sobre la tierra. El área bajo estudio, presenta suelos de textura que van desde Franco (F) hasta Francoarcillolimosos (FAL), con contenidos de materia orgánica superiores a 3,3%, producto de la buena vegetación que cubren gran parte de la superficie, que para el grupo textural de los suelo, ubican este parámetro como un valor medio respecto al contenido total del carbono orgánico (Figura 4).



**Figura 4.** Niveles de materia orgánica (MO) (%) en los suelos del Fundo Las Marías, referidos a los tres nidos evaluados cada uno a dos profundidades.

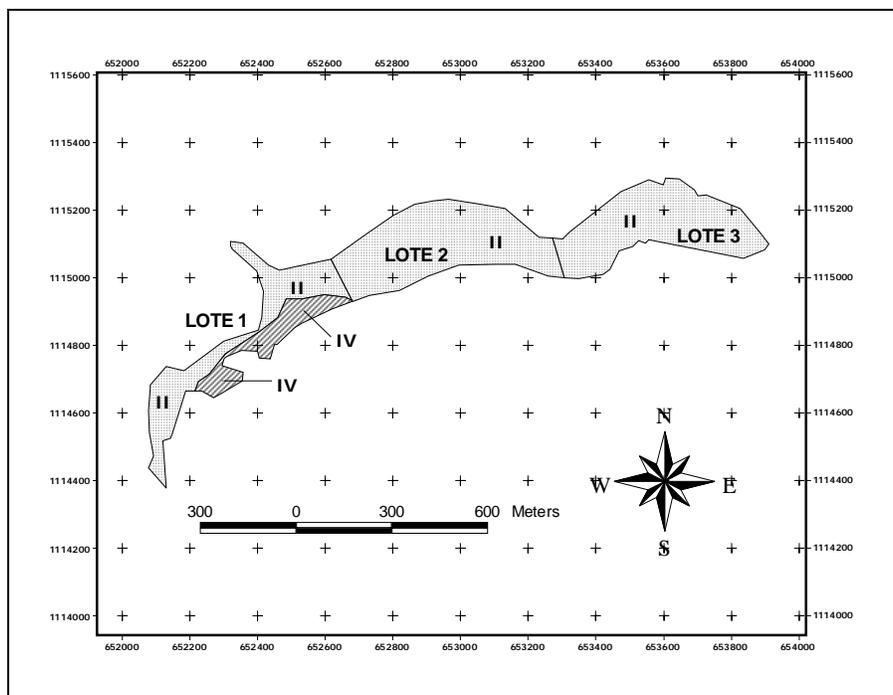
En el Cuadro 3, se observan características químicas de los suelos del Fundo Las Marías. Los análisis con fines de fertilidad realizados en laboratorio, mostraron diferencias entre las áreas evaluadas. Con relación a los nutrientes, el fosforo es un elemento a considerar al momento de la fertilización, en razón de que a pesar de presentar de manera general valores medios de concentración en los suelos, estos se encuentran cercanos a limite inferior de dicho grupo (entre 10 y 20 mg/kg); por lo que se debe considerar su incorporación al momento del transplante. El potasio, a diferencia del fósforo, es relativamente abundante y ampliamente distribuido en la corteza terrestre. En los suelos del Fundo Las Marías, presenta valores de medios (80 a 120 mg/kg) a nivel superficial y bajos (< 80 mg/kg) en el segundo horizonte en los suelos. Estas concentraciones, se pueden considerar admisibles en el momento del establecimiento de las plantas. Sin embargo, a futuro se deben considerar fertilizantes que suplan este nutriente en diferentes etapas de crecimiento de la plantación. El Ca estimula el desarrollo de raíces y hojas, que a diferencia de los elementos anteriormente mencionados, se encuentra en altas concentraciones en los suelos bajo estudio (al igual que el magnesio).

**Cuadro 3.** Características físico-químicas de los suelos del Fundo Las Marías, perteneciente a la empresa socialista Holcim Venezuela, C.A.

Parámetro	Área 1		Área 2		Área 3	
	0-25	25-50	0-25	25-50	0-25	25-50
Fósforo (mg/kg)	16	10	21	11	13	13
Potasio (mg/kg)	90	48	122	54	97	56
Calcio (mg/kg)	5494	4698	7811	6665	6664	5595
Magnesio (mg/kg)	239	221	396	288	227	190
CE (dS/m)	0,13	0,12	0,23	0,2	0,17	0,13

**Fuente:** datos propios.

En los suelos estudiados se pueden desarrollar una serie de técnicas que optimicen sus condiciones físicas, y por consiguiente, mejoren sus propiedades químicas y biológicas. De esta manera, se puede tener un nivel de Capacidad de Uso Mejorado que involucre la ejecución de prácticas de fertilización y enmiendas, riego, drenaje y control de inundaciones. Las zonas inundables del área bajo estudio pueden considerarse potenciales para la siembra de samán, dado que el mismo soporta inundaciones estacionales. Sin embargo, de acuerdo al estudio de Aptitud de Suelos realizado del Fundo Las Marías, se deben considerar prácticas agrícolas que mejoren condiciones de los suelos, ubicándolos en las Clases II y IV (en el nivel mejorado). De acuerdo con el sistema de Capacidad de Uso de Comerma y Arias (1971), las mejores condiciones de suelos (en nivel mejorado), las presentaron las Áreas 2 y 3, en comparación con los suelos del Área 1. Por consiguiente, a la hora de iniciar las labores de plantación de las especies forestales, se deben ubicar, primeramente, en estos dos sectores. En la Figura 5, se observa un Mapa de Capacidad de uso de los suelos (mejorado) en las tres áreas del Fundo Las Marías, perteneciente a la empresa socialista Holcim Venezuela C.A.



**Figura 5.** Capacidad de uso de los suelos (mejorado) en las tres áreas (lotes 1, 2 y 3) del Fundo Las Marías, perteneciente a la empresa socialista Holcim Venezuela C.A. (color verde clase II, y morado clase IV).

### CONCLUSIONES

Los suelos del Fundo Las Marías presentaron clases por capacidad de uso entre III y VI bajo manejo usual, con limitaciones de rocosidad e inundaciones en las áreas cercanas al río Tocarón y limitaciones por fertilidad, drenaje y texturas pesadas a medias que los suelos se alejan del río. Se estima que con un manejo mejorado de fertilización, enmiendas, riego y drenaje se pudiese disminuir los altos valores de pH, superar las deficiencias de fósforo y potasio y mejorar las condiciones de drenaje y permeabilidad de los suelos, elevando la capacidad de uso de los suelos entre II y IV. Con base a los resultados de la evaluación de las tierras, las Áreas 2 y 3 son las más adecuadas para el desarrollo de un banco de germoplasma de samán; requiriéndose de prácticas agronómicas que mejoren las condiciones del suelo para el establecimiento de las especies forestales.

### RECOMENDACIONES

En vista de los resultados obtenidos, una vez plantados los samanes, es conveniente monitorear algunas características biométricas, tales como: tamaño de los árboles, diámetro del tronco, entre otras; en las áreas consideradas para su establecimiento. La fertilización debe ser dirigida por profesionales en el área de suelos, que a través de investigación manejen dosis adecuadas que puedan contribuir a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos (acompañado de la ventaja que representa la siembra de una leguminosa). Igualmente, se debe considerar la permanencia de la vegetación actual, debido a que la misma es la responsable de los adecuados niveles de materia orgánica presentes en los suelos, y de la estructura de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comerma, J. y Arias, L. 1975. Un Sistema de Evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los terrenos en Venezuela. COPLANARH. 50 p.
- Gallusser, J. 2007. Estudio comparativo sobre sistemas integrados de producción y sistemas agroforestales en el departamento de San Martín. S/c: Capirona-Volens.
- Gilabert, J.; López, R.; Pérez, R. 1990. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia. Análisis de Suelos para Diagnostico de Fertilidad. Maracay, FONAIAP CENIAP. Serie D. N° 26. 164 p.
- OFI-CATIE. 29/06/2010. Samaneae saman. Leguminosae Mimosoidae. [Online]. [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/samanea\\_saman.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/samanea_saman.pdf)
- Skolmen, R. 1990. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Monkey-pod. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 507-510.
- Torres, J. A. Tenorio y A. Gómez. 2008. Agroforestería: una estrategia para la adaptación al cambio climático. Lima: Soluciones Prácticas ITDG. ISBN 978-9972-47-177-3. Lima, Peru. 124p.
- Webster, R. y M. Oliver. 1990. Statistical methods in soil and land resource survey. Oxford University Press, Oxford, 307p.