

**Diseño de un programa de mejoramiento
genético para *Gmelina arborea* en Zamorano,
Honduras**

Bessy Solany Raudales Santos

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Diseño de un programa de mejoramiento
genético para *Gmelina arborea* en Zamorano,
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Bessy Solany Raudales Santos

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

Diseño de un programa de mejoramiento genético para *Gmelina arborea* en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Bessy Solany Raudales Santos

Aprobado:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

Miguel Veléz, Ph.D.
Director
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador Área de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Raudales S, B .S. 2009. Diseño de un programa de mejoramiento genético para *Gmelina arborea* en Zamorano, Honduras. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano.

Con la finalidad de diseñar un plan de mejoramiento genético se evaluaron tres procedencias de la especie *Gmelina arborea* establecidas en Zamorano, Honduras: dos procedencias de Jari, Brasil, y una de Hoja Ancha, Costa Rica. Para determinar la mejor procedencia, se evaluaron características fenotípicas y variables dasométricas. Dentro de las variables se consideraron: el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total y comercial y los mejores incrementos medios anual (IMA). La procedencia seleccionada fue la de Hoja Ancha, Costa Rica, establecida en el lote el Cuadrante con 3 ha de superficie. En el sitio el cuadrante y debido a variables edáficas se levantó un muestreo estratificado con el propósito de determinar intensidad de raleo. Para ello se establecieron tres parcelas temporales por clase de estación de 30×30 m, cada una. En cada parcela se midió el DAP, y la altura total y comercial para el conjunto de árboles con DAP mayor a 10 cm. Raleados los árboles del sitio se procedió a la selección y marcación de los árboles selectos, 20 en total, con base en el DAP, altura total y comercial, bifurcación, rectitud del fuste y capacidad de autopoda, grosor y ángulo de ramas. Se aplicó el modelo matemático del índice del espaciamiento relativo de Hart, con un índice de espaciamiento relativo deseado (S%d) de 30%, para determinar la cantidad de árboles a ralear en cada parcela. Para la primera parcela se obtuvieron un total de 47 árboles evaluados, 15 deben ser eliminados y quedaron 32 árboles selectos; para la segunda parcela, se evaluaron 62 árboles, eliminando 27 y quedando 35 árboles selectos; y en la tercera parcela se evaluaron 63 árboles, eliminando 41 y quedando 22 árboles selectos.

Palabras clave: Árbol selecto, DAP, muestreo estratificado, procedencia derivada, selección.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE.....	2
3. MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL	4
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
5. RESULTADOS	10
6. CONCLUSIONES.....	13
7. RECOMENDACIONES	14
8. LITERATURA CITADA.....	15
9. ANEXOS.....	16

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Evaluación de variables dasométricas para tres procedencias derivadas establecidas en Zamorano..... 10
2. Número de árboles antes del raleo, a ralear y después del raleo en cada una de las parcelas de 900 m² en el lote El Cuadrante, con raleo fuerte del 30%..... 12

Figura

1. Características fenotípicas de las procedencias..... 10
2. Mapa planimétrico lote El Cuadrante..... 11

Anexo

1. Evaluación de procedencia seleccionada..... 16
2. Formato de mediciones para el muestreo estratificado y Modelo Matemático del Índice de Espaciamiento Relativo de Hart. 17
3. Formato de Medición Para Árboles Individuales con Fines de Mejoramiento Genético..... 18

1. INTRODUCCIÓN

En muchos países se realizan esfuerzos por explotar las maderas consideradas valiosas, destruyéndose anualmente a nivel mundial cerca de 11 millones de hectáreas de bosque tropicales, generando como consecuencias pérdida de fertilidad de los suelos por erosión y lixiviación, también afecta la disponibilidad de agua e incluso el clima global (Lamprecht 1990). Es evidente que los bosques tropicales solo pueden ser conservados si se desarrollan formas permanentes de aprovechamiento, que puedan satisfacer las necesidades de las poblaciones y que sean compatibles con sus intereses económicos y los objetivos sociales y ambientales.

Los árboles al contrario de los cultivos agrícolas, han sido difíciles de mejorar genéticamente debido a su ciclo de vida y a la prevalencia de alogamia (Cornelius y Mesén 1991). El éxito logrado en el establecimiento y productividad de árboles forestales está determinado en gran parte por la especie utilizada y la fuente de semilla de la especie (Larsen 1954).

Una de las especies más promisorias en el mercado maderero es *Gmelina arborea*, la cual es de rápido crecimiento, con alta capacidad de rebrote y reconocido potencial para la recuperación de ecosistemas; siendo además de temperamento oportunista en el bosque húmedo tropical asiático. Las virtudes precedentes, asociadas a su alto valor económico en la industria como productora de madera, celulosa y otros usos, catalogan a *G. arborea* como una de las especies del futuro.

En la Escuela Agrícola Panamericana se encuentran establecidos algunos lotes con *G. arborea*. La adaptación de la especie a las condiciones climáticas y edáficas que caracterizan al valle y la tasa de crecimiento han sido bastantes satisfactorias. Aun más, la edad de algunos de los bloques plantados sobrepasa los 20 años de edad y en determinados sitios se encuentra una buena proporción de individuos con características fenotípicas deseables. Fundamentado en la plasticidad ecológica de la especie, en su potencial de usos, en la adaptabilidad a las condiciones de Zamorano y en las tasas de crecimiento bajo las condiciones de sitio existentes en el valle de Yeguaré Francisco Morazán, Honduras, se plantea el potencial de uso y mejoramiento de esta especie.

Los objetivos del estudio fueron evaluar cuantitativa y cualitativamente dos procedencias derivadas de *G. arborea*, establecidas en Zamorano, y diseñar un programa de mejoramiento genético para esta especie.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1 Botánica y sinonimia

Nombre Científico: *Gmelina arborea*

Familia: Verbenaceae

Nombres Comunes: Melina, yamane, gamar.

2.1.2 Distribución

Esta especie se distribuye en forma natural en todo el continente asiático desde las tierras bajas del Himalaya, a los 30° N, hacia el Sudeste y Sur a través de la India, Nepal, Sikkim, Assam, el Este de Pakistán y Sri Lanka. Ha sido introducida con éxito en diversos países tropicales y subtropicales incluyendo Centroamérica, donde se encuentra en bosque muy húmedo tropical, húmedo tropical y bosque seco tropical (Murillo y Valeriano 1991).

2.1.3 Características fisonómicas

Melina es una especie caducifolia que puede alcanzar alturas entre 12 y 30 m y un diámetro máximo entre 60 y 100 cm. En plantaciones densas desarrolla un fuste limpio de ramas bajas y no tan cónico. El tronco es de base recta, corteza externa lisa, gris blanquecina, y de corteza interna amarillenta. Su sistema radicular es profundo con una raíz pivotante, cuando se desarrolla en suelos arenosos profundos. En suelos no muy profundos presenta un sistema radicular superficial.

Las hojas son simples, opuestas, grandes, ovalo-cuminadas y con la base cordada. El haz es normalmente glabro o con muy poca vellosidad. El envés presenta pubescencia estrellada de color amarillo-oscuro. Sus flores son numerosas y se presentan en panículas terminales, ramificadas y densamente pubescentes. La floración se produce en la época seca o al inicio de las lluvias. Las flores son monoicas perfectas o hermafroditas. Sus frutos son drupas abundantes, ovaliformes, de color amarillo cuando están maduros, de 2-2.5 cm de longitud, con un endocarpo endurecido, y contiene 1 a 4 semillas en sus cavidades, de las cuales normalmente solo una de ellas germina (Murillo y Valeriano 1991).

2.1.4 Requerimientos ambientales

En cuanto a requerimientos ambientales, esta especie se adapta mejor a las zonas de vida bosque seco tropical, bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical. La especie muestra su mejor desarrollo cuando es plantada en lugares con temperaturas que oscilan entre 18°C mínima y 38°C máxima. En América Central se ha plantado con éxito en sitios de temperaturas medias de 24 a 29°C (Murillo y Valeriano 1991).

Tolera precipitación entre 760 y 2030 mm anuales (Lamb 1970). Las precipitaciones óptimas varían de 1800 a 2300 mm. En América Central se ha plantado en zonas desde 700 hasta 3100 mm anuales, con excelentes resultados (Murillo y Valeriano 1991).

Es una especie poco exigente en cuanto a condiciones edáficas (Lamprecht 1990). Sin embargo, presenta su mejor desarrollo en suelos profundos, húmedos, bien drenados y con buen contenido de nutrientes. El crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, arcillosos, pesados o de mal drenaje (Murillo y Valeriano 1991).

2.1.5 Silvicultura

Gmelina arborea es una especie típicamente heliófita y su regeneración natural se produce solo en claros o en los bordes de los bosques. Por esta razón es ideal para utilizarla en reforestaciones en grandes extensiones (Lamprecht 1990).

La especie ha sido utilizada en sistemas agroforestales. Sin embargo, su rápido crecimiento y amplia densidad de copa impiden su asocio después del primer año de plantación, con los espacios tradicionalmente usados (2.5 × 2.5m). Los mejores resultados se han obtenido utilizándolo como cercas vivas.

Los frutos pueden ser cosechados en el árbol o colectados en el suelo. Para facilitar el despulpado de frutos secos, deben ponerse en remojo para eliminar la pulpa. Los frutos frescos deben remojarse durante una semana y los frutos secos durante un día. Luego la semilla es secada al sol durante dos días; en caso necesario, aquí es donde se aplica el fungicida o productos para su almacenamiento. Se recomienda que el almacenamiento no dure más de tres meses, pues la capacidad de germinación puede reducirse hasta un 30% después de este tiempo. La tasa de germinación del material fresco es de aproximadamente un 90%. El peso de 1,000 semillas varía entre 560 y 1090 g (900 a 1800 unidades/kg).

2.1.6 Usos

G. arborea produce una de las mejores maderas de Asia Suroriental (Lamb 1970). Su madera es suave no se deforma ni se raja y es fácil de trabajar. Es una madera apropiada para todos los usos, interiores y exteriores; embarcaciones, muebles, instrumentos musicales, leña y la fabricación de fósforos. Tiene gran importancia en la producción de pulpa para papel, por lo que es muy atractiva económicamente para las industrias.

3. MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

3.1 CONCEPTO

El mejoramiento genético forestal se define como la identificación y desarrollo de poblaciones genéticamente superiores de especies forestales y el uso de estas poblaciones como fuente de semilla (u otro material de propagación) para establecer plantaciones mejoradas (Cornelius y Mesén 1991).

En términos generales, el mejoramiento genético forestal es una herramienta de la silvicultura que estudia el tipo y constitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales. Estudia como varían los árboles y cómo se utiliza esta variación para mejorar la productividad (Zobel y Talbert 1988).

3.1.1 Elementos que requiere un programa de mejoramiento genético forestal

En todo programa de mejoramiento genético deben tomarse en consideración dos fases: la fase operativa (producción) y una fase de desarrollo (investigación) (Zobel y Talbert 1988). Para la fase de investigación se necesita tomar en cuenta una serie de elementos que determinaran el éxito de la fase de producción. Tales elementos son:

- ✓ Determinación de la especie, o fuentes geográficas de una especie que debe utilizarse en una determinada área.
- ✓ Determinación de la cantidad, tipo y causas de la variabilidad dentro de la especie.
- ✓ Agrupamiento de las cualidades deseadas en individuos mejorados, para obtener árboles con las características fenotípicas deseadas.
- ✓ Evaluación de árboles en el campo, en base a cinco criterios fenotípicos:
 - Resistencia a plagas y enfermedades
 - Volumen del árbol
 - Rectitud del tronco
 - Forma de la copa
 - Calidad de la madera

3.1.2 Ventajas y limitaciones del mejoramiento genético forestal

Ventajas

- ✓ Aumento en la productividad, que es aprovechado en la reducción de ciclos de producción y menor área plantada.
- ✓ Con buenas características genotípicas y fenotípicas se obtiene un rápido crecimiento inicial, que ayuda a reducir costos en la fase de establecimiento. Al tener mejor calidad de producto, se reducen los costos operacionales.
- ✓ Con plantas genéticamente mejoradas, se obtiene mayor rentabilidad debido a que se siguen aprovechando a plenitud en futuras generaciones, con las máximas ganancias por unidad de tiempo.
- ✓ Análisis financieros de programas de mejoramiento genético forestal, con especies de rápido crecimiento en climas tropicales y subtropicales, generalmente han informado tasas internas de retorno del 10% sin considerar el impacto continuado en las generaciones futuras y otros beneficios menos tangibles mencionados previamente por Swofford y Smith, (1972), N. C. S. U. (1983), Porterfield *et al.* (1975), Reilly y Nikles (1997).

Limitaciones

- ✓ Condiciones ambientales: El comportamiento de un árbol no depende en su totalidad de sus componentes genéticos, sino también de las condiciones ambientales en las que se maneje tanto en la fase de desarrollo, como en la fase de producción (Cornelius y Mesén 1991).
- ✓ El manejo silvicultural, es una de las limitantes para que el potencial genético se exprese al máximo. Es necesario establecer un sistemas de manejo silvicultural adecuado. El mejoramiento genético no es una panacea para todos los problemas forestales (Zobel y Talbert 1988).
- ✓ El crecimiento de los árboles, debido que a que son organismos grandes, de vida larga y con un largo ciclo reproductivo. Se necesita grandes áreas para experimentos de campo y un equilibrio en el tiempo, para observar los resultados del mejoramiento genético (Cornelius y Mesén 1991).

3.1.3 Selección de árboles en rodales naturales y en plantaciones no mejoradas

Árbol candidato

Un árbol que ha sido tentativamente seleccionado debidos a sus cualidades fenotípicas deseables para ser incluido en un programa de mejoramiento, pero aún no ha sido evaluado (Ipinza 1997).

Árbol selecto

Es considerado el mejor, y se ha recomendado para utilizarlo en investigación o producción, dentro de los compañeros de la misma especie en una área de terminada (Ipinza 1997).

Árbol elite

Un árbol que ha demostrado a través de las pruebas de progenie que produce descendencia superior (Ipinza 1997).

Árbol plus

Un árbol evaluado como fenotípicamente superior, para crecimiento, forma y calidad de madera, pero no se ha probado genéticamente (Ipinza 1997).

Árbol testigo

Son árboles que se excluyen de un análisis experimental, pero que sirve de referencia en la evaluación de las partes analizadas. Los árboles testigos son los mejores del rodal (Ipinza 1997).

3.2 FORMAS DE REPRODUCCIÓN

3.2.1 Semilla

La floración de esta especie inicia a los tres años en plantaciones establecidas por semillas; sin embargo, utilizando estacas enraizadas provenientes de árboles adultos, pueden observarse floraciones incluso en el vivero (Murillo y Valeriano 1991). Melina es reportada como una planta de polinización abierta, y es polinizada por insectos. En condiciones normales, aproximadamente el 3% de las flores logran desarrollarse en frutos maduros y una semilla recién colectada posee 90% de germinación.

En las zonas de bosque seco tropical la floración ocurre durante la época seca, iniciando en enero y se extiende hasta marzo. Durante el periodo de floración el árbol pierde sus hojas. En zonas secas la pérdida de las hojas durante la floración es total y en zonas lluviosas la pérdida de hojas es parcial.

Para la obtención de este germoplasma se recolectan primero los frutos y luego se extrae la semilla. Para la recolección de frutos se colocan sobre el suelo y alrededor de la base de cada árbol selecto mantas plásticas que se extienden hasta más o menos la proyección vertical de la copa. Los frutos de cada árbol clasificados posteriormente por tamaño. Los frutos de tamaño mediano y pequeño son eliminados.

De los frutos completamente maduros, se extrae la semilla mediante un proceso de despulpado manual. Luego se lavan con abundante agua fría y se colocan a secar al sol durante 3 ó 4 días. Una vez secas, las semillas se depositan en recipientes plásticos, identificando cada recipiente con el número de cada árbol selecto. Por poseer semillas ortodoxas, éstas deben guardarse a una humedad de 7 a 10% y a una temperatura de 3 °C, bajo estas condiciones tienen una viabilidad de 2 a 3 años.

3.2.2 Propagación vegetativa

Actualmente el interés en los métodos de propagación vegetativa en diferentes sistemas de producción ha incrementado. El uso de propágulos vegetativos seleccionados evita variabilidad y aprovecha al máximo las características genéticas. Una de las ventajas de la propagación vegetativa es la producción masiva de individuos únicos productos de la hibridación o de la ingeniería genética (Wong y Jones 1986).

Las estacas deben tomarse de brotes jóvenes o de rebrote de tocones. Los brotes erectos y vigorosos son los mejores, sin embargo los brotes laterales tienden a enraizar muy fácilmente. El medio y el ambiente para enraizar el material vegetativo es un punto crítico para lograr el éxito. Lo más importante es evitar el estrés hídrico es necesario mantener condiciones de humedad constante.

Para favorecer el enraizamiento, las temperaturas óptimas oscilan entre los 20-25°C; hasta los 30 °C son aceptables cuando se manejan humedades relativas arriba del 95%. La sombra puede suministrarse de varias formas, con invernaderos o bajo sombreadores de malla plástica que permiten la transmisión de cantidades conocidas de luz. El medio en el cual las estacas serán enraizadas dependerán de la materia prima disponible, el más usado es arena con sistemas de aspersión constante.

Para la producción masiva es necesario establecer un vivero de multiplicación clonal donde se propaguen las estacas de rebrotes, los cuales se pueden trasplantarse al campo a los seis meses, los cuales crecen rápidamente y en un año florecen y dan semilla viable (Murillo y Valeriano 1991).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, entre junio y septiembre de 2009 en el valle de Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C y precipitación promedio de 1100 mm/año.

Para el estudio se evaluaron dos procedencias derivadas de Jari, Brasil y una procedencia de Hoja Ancha, Costa Rica establecidas en Zamorano Honduras. Dichas procedencias se evaluaron en función de variables dasométricas como DAP, altura comercial y altura total, incremento medio anual (IMA), y características fenotípicas como rectitud del fuste, forma de la copa y bifurcación.

4.1 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

- Evaluación de las procedencias derivadas
- Selección de la procedencia derivada con la mayor cantidad de árboles selectos
- Levantamiento de un mapa planimétrico de la procedencia seleccionada
- Inventario de la masa de la procedencia seleccionada
- Selección, evaluación y marcación de árboles selectos
- Raleo de la masa
- Recolección de germoplasma

4.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

- Las procedencias derivadas se evaluaron en función de la calidad fenotípica y variables dasométricas. Las variables dasométricas medidas fueron: diámetro a la altura del pecho (PAD) (1.30 m) y diámetro comercial, altura total y comercial y el incremento medio anual (IMA) para cada variable.
- La selección de la mejor procedencia derivada se hizo con base en los parámetros anteriores, determinando parcelas de 50 metros cuadrados en cada una de las procedencias.
- El levantamiento del mapa se realizó por medio de GPS.
- Para inventariar la población de la procedencia derivada seleccionada se levantó un muestreo por sitio o estaciones de crecimiento. En cada sitio se establecieron

- parcelas de 30×30 m, cuyos lados estarán orientados de N a S y de E a W. En las parcelas de muestreo se midieron el conjunto de individuos con $DAP \geq 10$ cm. A cada individuo se le midieron las siguientes variables: DAP, altura total y comercial.
- La selección y evaluación de los árboles selectos se hizo tomando en cuenta las variables dasométricas (DAP, altura total y comercial) y las características fenotípicas de bifurcación, rectitud del tronco, poda, grosor de las ramas, y ángulo de las ramas son definidos en tres clases para proveer una pauta para la marcación.

Bifurcación

- a) Ninguna
- b) Al nivel del suelo
- c) Más arriba

Rectitud del fuste

- a) Recto, desviación de una línea vertical menos de 25% del diámetro del tronco.
- b) Poco doblado, desviación de una línea vertical entre 25 y 50% del grosor del tronco.
- c) Muy doblado, desviación de una línea vertical más del 50% de grosor del tronco.

Capacidad de auto-poda

- a) Buena,
- b) Aceptable
- c) Mala

Grosor y ángulo de ramas

- a) Delgada, ramas menos del 10% del grosor del tronco y ángulo recto
- b) Normales, ramas entre 10 y 20% del grosor del tronco, ángulo entre 30 y 90°
- c) Gruesas, ramas más de 20% del grosor del tronco, ángulo menor de 90°

- Para el raleo de masa se aplicó el Índice de Espaciamiento Relativo de Hart (Navarro 1988). Para evaluar el número de árboles a raleo, con base en este índice, se hizo uso del siguiente modelo matemático:

$$S\% a = \sqrt{10,000 / N} \times 100 / h \text{ dom}$$

$$Nq = (\sqrt{1000 \times 100})^2 / (S\% d \times h \text{ dom})^2$$

$$Nr = N - Nq$$

Donde:

S% a = índice de espaciamiento relativo antes del raleo

S% d = índice de espaciamiento relativo deseado

N = número de árboles/ha antes del raleo

Nr = número de árboles /ha a raleo

Nq = número de árboles /ha que quedan después del raleo

hdom = altura dominante con base en los 100 árboles más gruesos/ha

5. RESULTADOS

5.1 EVALUACIÓN DE PROCEDENCIAS

Se evaluaron las procedencias derivadas 1 y 2 de Jari Brasil y la procedencia uno de Hoja Ancha Costa Rica, que están establecidas en los CBs, frente a la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente y en lote El Cuadrante, respectivamente (Figura 1). En función de las características fenotípicas, uniformidad y variables dasométricas evaluadas, se encontró que la procedencia con mejores promedios de altura comercial y altura total e incremento medio anual (IMA) y con individuos fenotípicamente superiores, fue la procedencia de Hoja Ancha Costa Rica, que se encuentra en el lote El Cuadrante con 3 ha de plantación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación de variables dasométricas para tres procedencias derivadas establecidas en Zamorano Honduras.

Parcelas	Procedencia	DAP/cm	Altura com/m	Altura total/m	IMA/DAP/cm	IMA/Altura Com/m	IMA/Altura Total/m
Desea	Jari	20.84	2.19	8.19	1.04	0.12	0.41
CBs	Jari	57.90	5.57	22.71	1.44	0.13	0.57
El Cuadrante	Hoja Ancha	26.74	7.85	19.98	1.34	0.39	1.00



Figura 1. Características fenotípicas de las procedencias.

5.2 MAPA PLANIMÉTRICO

Para la procedencia derivada seleccionada se realizó un mapa planimétrico, los puntos fueron tomados con GPS y el mapa se hizo en la unidad de sistemas de información geográfica de Zamorano en una escala de 1:2,000.

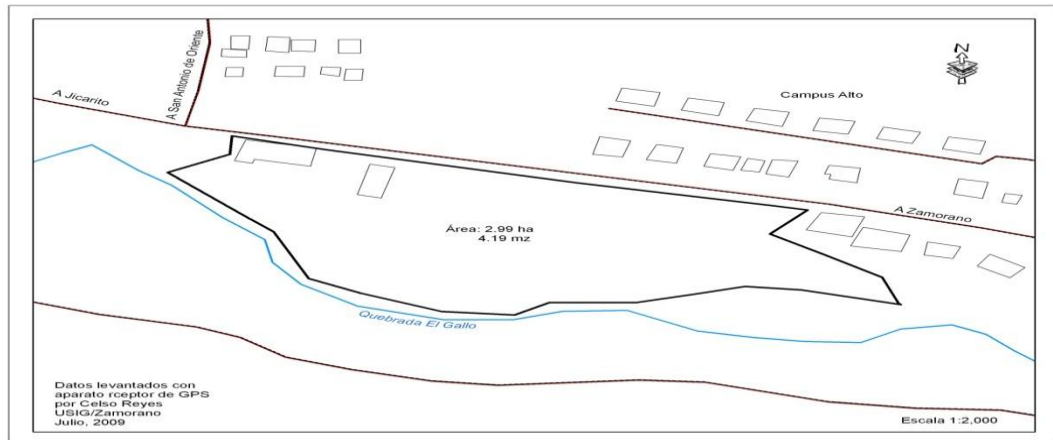


Figura 2. Mapa planimétrico lote El Cuadrante.

Fuente: Unidad de Sistemas de Información Geográfica (2009).

5.3 EVALUACIÓN DE LA PROCEDENCIA DERIVADA SELECCIONADA

Después de hacer la selección de la mejor procedencia derivada se evaluó la misma, realizando un muestreo por sitios o estaciones de crecimiento, para conocer la densidad de árboles; y en función de esto seleccionar los árboles superiores en cuanto a sus características fenotípicas y variables dasométricas, para obtener el número de árboles deseables para iniciar un programa de mejoramiento genético. Teniendo como resultado en las tres parcelas un total de 20 árboles seleccionados y marcados con las mejores características evaluadas con el formato de medición de árboles individuales con fines de mejoramiento genético (Anexo 2).

5.4 RALEO DE MASA

Al aplicar el modelo matemático del índice de espaciamiento relativo de Hart de 30% para el raleo de la masa en cada uno de los muestreos por sitio o parcelas se determinaron los árboles a ser raleados. Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de árboles antes del raleo, a ralear y después del raleo en cada una de las parcelas de 900 m² en el lote El Cuadrante, con raleo fuerte del 30%.

Parcelas	Antes	Después
1	47	32
2	62	35
3	63	22

5.5 OBTENCIÓN DEL GERMOPLASMA

Se seleccionaron 20 árboles de las tres parcelas los cuales fueron evaluados con el formato de evaluación individual para árboles fenotípicamente superiores con fines de mejoramiento genético, desarrollado por la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) y fueron debidamente marcados. La colección del germoplasma será por semilla o material vegetativo de rebrotes de tocones, estacas enraizadas y brotes terminales (Anexo 3).

6. CONCLUSIONES

- Al analizar y evaluar las procedencias derivadas establecidas en Zamorano, según sus características fenotípicas y variables dasométricas (DAP, altura total y comercial), se determinó que la procedencia derivada con la mayor cantidad de características deseables para un programa de mejoramiento genético, fue la procedencia de Hoja Ancha, Costa Rica, establecida en el lote El Cuadrante con un área de 3 ha.
- Diseñar un programa de mejoramiento genético indistintamente de la especie, es un proceso que requiere un largo periodo de tiempo, para poder llevar a cabo no sólo la fase de desarrollo (investigación), si no también la fase operativa (producción).

7. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de la progenie de los padres seleccionados en el lote El Cuadrante, para comprobar la heredabilidad de las características seleccionadas.
- No desaprovechar el potencial genético de diferentes especies maderables como *Gmelina arborea* establecidas en Zamorano.
- Para fines comerciales, eliminar las procedencias derivadas con características fenotípicas no deseables, como las procedencias de Jari, Brasil establecidas en los CBs y frente a la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente.

8. LITERATURA CITADA

Cornelius, J.P. y Mesén, J.F. 1991. Manual sobre mejoramiento genético forestal. Con referencia especial a América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. p. 4.

CHAC – PLANTACIONES. 1982. *Gmelina arborea*: Una Especie Promisoria en el Trópico Mexicano. Grupo CHACPLANTACIONES. p. 36.

Ipinza, R. 1997. Curso Corto: Mejoramiento Genético Forestal Operativo. Cali, Universidad del Valle. Septiembre 22 al 26 de 1997. CONIF. p. 619.

Lamb A., F. A. 1970. Especies maderables de crecimiento rápido en tierras baja tropical: *Gmelina arborea*. Boletín Institucional Forestal Latinoamericano. p. 21-34.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Alemania. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). p. 289.

Larsen, C. S. 1954. "Provenance Testing and Forest Tree Breeding." Proc. 11th cong. IUFRO, Roma, p.435-458.

Maynard C., 1996. Glosario de genética forestal. Curso de mejora genética forestal operativa. Universidad Austral de Chile. Chile.

Mesen, F. 1996. Justificación económica del mejoramiento genético forestal. In: Memorias primer seminario nacional sobre mejoramiento genético y semillas forestales. Ed. por E Mesén, Y. Rodríguez y A. Sánchez. Santo Domingo, República Dominicana. p. 1-9.

Murillo, O. Valeriano, J. 1991. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa. Rica.: CATIE. p. 3-14.

Navarro, P. 1988. El pochote (*bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: Guía silvicultural para el establecimiento de plantaciones. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanzas. Costa Rica. p. 35-37.

N. C. S. U. (North Carolina State University) 1983. 27th Annual Report, North Carolina State University-Industry Cooperative Tree Improvement Program. School of Forest Resources, North Carolina State University, (EE.UU.)

Porterfield, R.L.; Zobel, B.J.; Ledig, F.T. 1975. Evaluating the efficiency of tree improvement programs. *Silvae Genética*. Alemania. v. 24(2/3) p. 33-44.

PRONARE. 2000. Períodos de Recolección de Semillas, Almacenamiento y Tratamientos Pregerminativos de las Principales Especies que se Utilizan en el PRONARE. Gaceta de la RED Mexicana de Germoplasma Forestal. No. 4. SEMARNAP- PRONARE. México, D.F. p. 39-48.

Reilly, J.J.; Nikles, D.G. 1997. Analyzing costs and benefits of tree improvement, *Pinus caribaea*. In IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra Australia. sp.

Rojas, F. Murillo, O. 2004. Manual para productores de melina en Costa Rica. Cartago. Costa Rica. p. 120-131.

Torres, G.; Lujan, R.; Pineda, M. 1995. Diagnóstico técnico del proceso de producción forestal en plantaciones de pequeña escala en Costa Rica. Centro Investigación Bosque Industria. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p. 105.

Wong, C.Y; Jones, N. 1986. Improving tree form through vegetative propagation of *Gmelina arborea*. *For. Rev.* 65: 321-325.

Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Traducido por Manuel Ortíz, México, México, Editorial Limusa. p. 170-177.

9. ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de procedencia seleccionada.

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente
Medición de Árboles Individuales con Fines de Mejoramiento Genético

Procedencia seleccionada, Hoja Ancha Costa Rica. DAP en centímetros y Alturas en metros							
N.	DAP	Alt. Com	Alt. Total	IMA/DAP	IMA/Alt. Com	IMA/Alt. Total	
1	36.00	10.00	20.00	1.80	0.50	1.00	
2	28.00	12.00	20.00	1.40	0.60	1.00	
3	15.50	3.45	17.70	0.78	0.17	0.89	
4	31.50	6.80	20.60	1.58	0.34	1.03	
5	23.00	8.70	20.50	1.15	0.44	1.03	
6	26.50	6.20	21.12	1.33	0.31	1.06	
	160.50	47.15	119.92	8.03	2.36	6.00	
Promedio	26.75	7.85	19.98	1.34	0.39	1.00	
min	15.50	3.45	17.70	0.78	0.17	0.89	
max	36.00	12.00	21.12	1.8	0.6	1.06	
Densidad		50 m ²	6.00				
Cuadrante		10,000 m ²	1,200				

