

MEJORAMIENTO DE SEMILLA USANDO METODOLOGÍA SENCILLA



Elaborado por Winfried Rijssenbeek

Fecha: 4 de febrero 2009

Traducido por Titus Galema

ÍNDICE

1.) Introducción.....	3
2.) Metodología de domesticación.....	4
2.1.) El principio de selección	4
2.2.) Criterios para selección de plantas	6
2.3.) Establecimiento de los jardines de selección	7
2.4.) Mediciones y protocolos	10
3.) Conclusiones.....	12

Reconocimientos

La información y los gráficos sobre ‘Selección Sencilla’ obtenido por cortesía del ACGT y el Centro de Investigación de Cultivos Propios de Malasia e Indonesia

1.) Introducción

Este manual empieza con una pequeña historia en Malí:

MFC ha sido muy exitoso en el proyecto Garalo considerando el establecimiento del generador y el la reja, las conexiones de la casa, y también el seguimiento de los aspectos sociales.

Incluso las plantaciones fueron establecidas antes de la disposición de las instalaciones, pero muchas de estas fallaron por las siguientes razones:

1. Como la primera propagación fue por estaca, el año siguiente resultó menos exitoso por enfermedades de pudrición que sufrieron algunas plantas
2. La siembra tardía de las semillas o plántulas
3. La Falta de mantenimiento en el campo, hace que la planta pierda competitividad con la maleza y resulta en una planta débil.
4. Enfermedades y plagas han provocado daños serios. Saltamontes, el óbolo de la araña, las termitas, enfermedades bacteriales, todos han provocado un daño sustancial. Algunos efectos han sido irreversibles, otros sólo han retardado el crecimiento de la planta en un año.

Las plagas y la maleza han tenido su impacto al desarrollo de la planta, pero algunos años después parece que la planta agarrara fuerza y será capaz de combatir estos ataques.

Una plantación establecida por siembra directa en el año 2006 en Garalo ha sido visitada recientemente y las plantas parecen sanas.

Sin embargo es evidente que muchas plantas no tienen mucha fruta ni florecencias.

Parecen sanas pero no tienen capacidad productiva

Las plantas son de la procedencia Digini, pero incluso en estas parcelas solamente 200 kilogramos de semilla seca fueron cosechadas en el tercer año.

Todo lo mencionado implica la necesidad de un mejoramiento genético y de tener una materia prima (plantación) más homogénea.

No es rentable tener una plantación de *Jatropha* sin generar una cosecha substancial.

Por lo tanto se recolectaron otras variedades criollas de *Jatropha* en Malí, pero no ha sido aplicado un plan serio de domesticación de las variedades

En otros lotes se observaron situaciones similares de producciones irregulares

El objetivo de esta actividad es el mejoramiento de semilla de *Jatropha* para Malí en base a dos metodologías.

1. Domesticación de *Jatropha* de procedencias locales usando metodologías sencillas de mejoramiento, como jardines de semilla o de estaca y la posterior selección.
2. Pruebas de adaptabilidad de semillas procedentes de otras regiones.

Aparte de estas metodologías sencillas de mejoramiento – que tienen un historia larga, la cual empezó con productores ágiles que querían mejorar sus cultivos- se siguió con alternativas mas modernas que generan resultados a más corto plazo.

A pesar de que estos acercamientos modernos son útiles para la MFC, la realidad nos indica que estos métodos toman mucho tiempo, inversiones altas y mucha burocracia.

Por eso, es interesante ver que el ICERD de Indonesia con un antiguo experto de D1 produjo generaciones de F1 y F2 bastante interesantes, con metodologías simples.

Ahora, el MFC puede elegir: o esperar un proyecto de caminos largos o empezar ahora con jardines de semilla o de estacas y una posterior selección descrita en la metodología de domesticación.

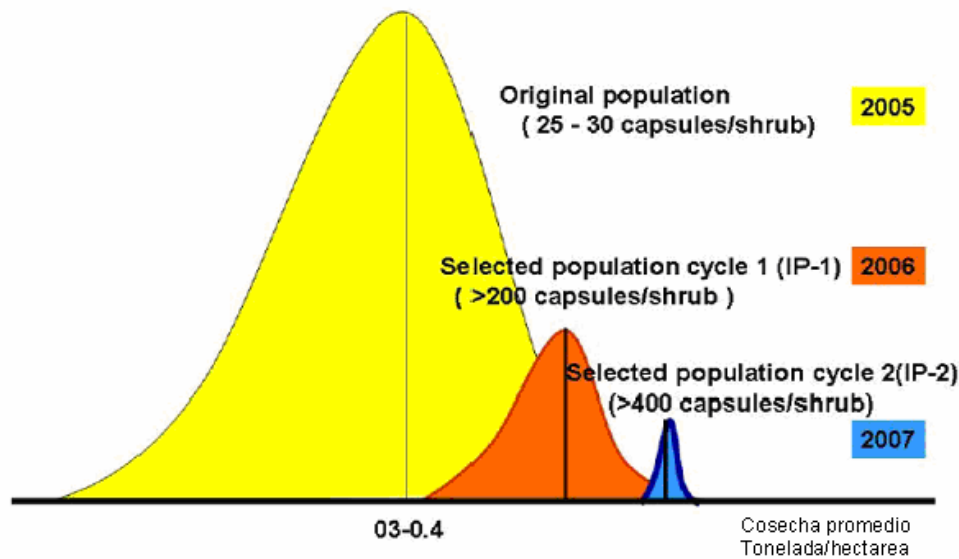
No obstante, el hecho que el MFC podría hacer las dos opciones, sugiera empezar con las metodologías sencillas esta temporada.

2.) Metodología de domesticación

2.1.) El principio de selección

Es la primera actividad de la domesticación de semilla. El método es bastante sencillo y esta explicado en el grafico a continuación:

Mejoramiento de *Jatropha curcas* L. en Indonesia



La intención es aumentar el número de cápsulas por arbusto de la especie Silvestre usando una selección adecuada.

Eso se hace simplemente por el hecho que las procedencias silvestres muestran una variación amplia mostrado en la curva amarillo: muchas de la plantas de la población original tienen 25 a 30 frutas, sin embargo hay unas pocas plantas que tienen mayor número de cápsulas (al lado derecho de la curva)

Entonces la idea es básicamente seleccionar las plantas del lado derecho y expandir esa área de la grafica.

De la primera generación (1 ciclo) o P1 se hace el siguiente mejoramiento por selección que generaría una F2

La grafica muestra claramente el efecto de una selección sencilla, especialmente con plantas semi-silvestres como la *Jatropha curcas* L.

La grafica esta basada en proyecciones de rendimiento las cuales están basadas en investigaciones de plantas individuales.

Se podría también elaborar la grafica basada en la investigación y desarrollo del proyecto, se, por ejemplo, en los resultados de las 1000 plantas de la primera y segunda generación.

Seleccionando las mejoras plantas da como resultado una mejoría genética del cultivo.

Por lo tanto los criterios de selección son muy importantes en la domesticación de la planta. Se podrían usar criterios como:

1. Resistencia de plagas y enfermedades.

2. Rendimiento (kg de semilla seca por planta)
3. Tiempo de desarrollo de la producción continuo. (Por ejemplo, tener la producción máxima en el 2do año en lugar del cuarto)
4. Contenido de aceite
5. Ratio entre flores masculinas y femeninas (Las flores femeninas son las que producen frutas)
6. Reducción de necesidad de agua
7. Tolerancia a suelos salinos

Se puede seleccionar con criterios múltiples, definiendo prioridades entre unos criterios y otros, pero para seguir avanzando, y asumiendo que el contenido de aceite no varía entre las plantas de la misma procedencia, podríamos centrarnos en los criterios 2 y 3.

2.2.) Criterios para selección de plantas

Ahora el ciclo es, primero, buscar las plantas que cumplen los criterios. Estas son las plantas madre, las cuales tienen que tener muchas frutas por rama, como se muestra en las fotos de abajo, usando un ejemplo de Malasia:



En el caso de Malasia, la planta tenían las siguientes características:

- Rápido crecimiento
- Ramificación lateral espontánea.
- Ramificación baja (cerca del suelo)
- No necesita poda
- Floración en tres meses
- Cosecha de frutas en 4 meses y medio

- Una incidencia alta de 4 semillas por fruto



Las plantas elite con características similares son las que deban ser seleccionadas

2.3.) Establecimiento de los jardines de selección

El siguiente paso es llevar las plantas elite a un jardín de semilla o de estaca.

El jardín de estaca consiste solamente en usar las estacas de la planta madre y propagarlas en el jardín para producir más estacas (sembrar a una distancia mínima de 1 metro por 1 metro)

El objetivo del jardín de estacas es generar más material vegetativo idéntico a la planta madre,

mientras que el jardín de semilla se establece para sembrar las semillas de las plantas elite.

Las semillas obtenidas del jardín de semilla, después de la primera cosecha, se seleccionan nuevamente para producir la generación F1 de la población

La generación F1 de las plantas produce estacas y semillas que pueden ser nuevamente plantadas en un jardín separado de los F1 semillas y F1 estacas para producir estacas de F1 como semillas para generación de F2

Las estacas de F1 ya pueden ser usadas para producir mayor cantidades de la generación F1

El jardín de las semillas del F1 genera, tras una selección las semillas, para la generación F2

Este proceso aplica el criterio para las plantas madre de F1 y para la características de semilla (tamaño, peso, contenido de aceite) y estas semillas se siembran en el jardín de semilla F2 mientras las estacas de la planta F1 (de la cual se sacaron las semillas) se siembran en el jardín de estacas.

	Método de propagación	Objetivo
Jardín de estacas	Estacas de planta	Reproducción de la planta madre en grandes

	madre seleccionada	cantidades y variantes, para la observación a largo plazo y finalmente producción de semilla en generación F2 y F3
Jardín de semillas	Semillas de planta madre seleccionada	Para selección de la generación F1, F2 y F3 para su gran variedad genética la cuál permite una selección detallada para las siguientes generaciones

En el esquema de abajo se describe el proceso de selección paso a paso:

Paso	Mes	Acción	Generación
1	0	Selección de la planta madre silvestre o de una plantación	F0
2	0	Sembrar semillas de planta madre en jardín de semillas	F0
3	3-4	Seleccionar las plantas con una cosecha temprana	F0
4	4	Semillas del paso 3 se siembra en jardín de semilla F1	F1
5	4	Estacas de las plantas con cosecha temprana se siembra en el jardín de estaca F1	F1
6	8-12	Las semillas del jardín de estaca de F1 pueden ser sembradas para un análisis	F1
7	9-10	Dar seguimiento al jardín de estacas de F1	F1
8	8-9	Seleccionar los primeros 20% del jardín de semilla F1 según los criterios	F2
9	8-9	Selección de semillas del paso 8 por tamaño y peso	F2
10	9-10	Sembrar los primeros 20% de semillas del paso 9 en jardín de semilla de F2	F2
11	9-10	Establecer jardín de estacas de F2 de las plantas seleccionadas en paso 8	F2
12	13-17	Repite paso 6	F2
13 etc.	14-15	Repite paso 7	F2

1) selección de las plantas madre

Pueden ser plantas de plantaciones existentes o plantas criollas prometedoras. Para la selección de estas se usa la lista de características de selección. Esta selección debería realizarse durante la formación de los frutos (100 días después de las primeras lluvias).

2) Las semillas de una planta madre seleccionada son sembradas en un jardín de semillas. Dependiendo de la variación, se analizan, por ejemplo, 100 o 200 plantas. Si se analiza el ciclo corto se puede sembrar con una distancia de 1 metro por 1 metro. Si se desea analizar la planta durante más años, es recomendable sembrar con distanciamientos de 3 x 2, 4 x 2, 4 x 1 o 5 x 1.

3) Las semillas del 20% de las mejores plantas, que cumplen con los criterios establecidos, se seleccionan.

4) Las semillas del 20% de las mejores plantas, que cumplen con los criterios establecidos se siembran en el jardín de semilla F1

5) Se siembran las estacas del 20% de las mejores plantas, seleccionadas en el jardín de estacas F1

6) Las semillas del jardín de las estacas F1 pueden ser sembradas para el análisis. Es interesante investigar si la siembra presenta uniformidad o si se cuenta con mucha variedad genética todavía. La posible diferencia se puede explicar por diferentes manifestaciones del genotipo en el ambiente.

7) Después de haber hecho fruta, el jardín de estacas de F1 puede ser usado para la observación y análisis a largo plazo.

8) Se selecciona el 10%-20% de las mejores plantas del jardín de semilla F1 según los criterios establecidos. Se mantiene el jardín de semillas F1 para la observación y análisis a largo plazo.

9) Se seleccionan las semillas seleccionadas del paso 8 por peso y tamaño. La manera más adecuada para realizar esta acción es con una balanza digital de 3 dígitos. Si no hay muchas semillas se podría pensar en un diseño sencillo con ventilador (para el peso) y malla para los diferentes tamaños de semilla. Un equipo especial para la selección de semillas ha sido construido por OCTAGON, en Guatemala.

10) Sembrar primeros 20% de las semillas del paso 9 en el jardín de semilla de F2

11) Establecer jardín de estacas de F2 de las plantas seleccionadas en paso 8

12) Repite el paso 6

Fuente: información cortesía de ACGT presentación, 2008 Indonesia

No es recomendable vender la producción de semillas del jardín de estacas de F1

2.4.) Mediciones y protocolos

Es importante que las plantas madres elite estén bien descritas. Así mismo, el clima, localidad y tipo de suelo de donde proviene la planta deben estar bien definidos y clasificados

Estos datos nos hacen entender las condiciones óptimas para su desarrollo, sin embargo no nos dice nada sobre la adaptabilidad de las plantas en otras zonas.

Toda esta investigación y desarrollo requiere observaciones, mediciones y calculaciones con dedicación, por ejemplo: Para la planta madre elite

- Nombre del observador
- Fecha de la observación
- Fotos
- Nombre del productor
- Nombre de la plantación
- Coordenadas del GPS
- Edad de la planta
- Altura de la planta
- Numero de ramas secundarias y terciarias
- Comienzo de las ramas secundarias
- Número de ramas terminales
- Número de floraciones por año
- Ratio de flores masculinas y femeninas
- Duración de maduración de la fruta
- Número de floraciones por rama
- Número de frutas por rama
- Número de frutas totales
- Número de semillas por fruta
- Peso promedio de semillas
- Contenido promedio de aceite por semilla
- Clima (precipitación, zona, temperatura, humedad, etc.)

- Características del suelo, estructura, textura, materia orgánica, fertilidad, PH, etc.

Los mismos tipos de observaciones tienen que ser realizadas semanal o mensualmente para los jardines de semilla y de estaca: Todas las plantas tienen que ser monitoreadas cuidadosamente para poder obtener el mejor material seleccionado de los jardines de semilla y estaca

Es crucial entender que la *Jatropha* responde a la materia orgánica: niveles más altos de materia orgánica hace que la planta crezca más rápido y produzca más semilla. Por lo tanto, es importante tener los mismos niveles óptimos de nutrientes en los jardines de semilla y estaca.

Esto requiere de tener condiciones homogéneas del suelo en los jardines de semilla y estaca, y se tiene que asegurar que las aplicaciones de nutrientes sean iguales en los diferentes jardines.

Se sugiere hacer un análisis del suelo para asegurarse de comenzar con condiciones del suelo óptimas

El tamaño de los jardines de semilla y de estacas depende del número de plantas élite y de los criterios para probar tal separado en combinación

También depende de la exactitud de la recolección de datos científicos: se necesita determinar una exactitud de por lo menos 95%

También depende de los requisitos controlar los resultados de los jardines de estaca de F1 y F2 durante el año, y la posibilidad de aplicar investigación y desarrollo destructivo, por ejemplo enfocarse en la formación de raíz o la recolección de datos masiva.

3.) Conclusiones

Aprendiendo de la experiencia en Indonesia, se puede concluir que el proceso de mejoramiento de semilla por esta metodología puede ser muy rápido.

Se podría concluir también que para cada padre (elite), F1 y F2 se necesita 4 años, sin embargo, se podría acelerar este proceso asumiendo que se hará una evaluación de las plantas elites en el primer año para una próxima selección, así los jardines muestran los efectos de la planta en el segundo, tercer y cuarto año

Tabla de la generación F1 y F2 y las características mejoradas

IP-1 Muktihardjo 2006 y IP-2

Origen	West Nusa Tenggara and East Java	Selecionado de IP-1M
Floración	± 4 meses después trasplatación o 6 meses después siembra	No mas de 3 meses después transplante (incluye ya cosecha)
Forma de hoja	Orbicularis	Lobatus, hondas pequeñas
Color de hoja	Verde	Verde oscuro
Hoja stalk		15-20 cm.
Capsula stalk	Long, soften	
Floración		Podrandia, algunas hermiproditos
No de capsulas / inflorescencias	8-15	350-400
No de inflorescencias por planta	>120 en año 1	250
No de capsulas por planta	>200 en año 1	6,5 (2-12)

Peso de 1000 semillas	600-700 gramos	650-700
Potencial cosecha de	1,0-1,2 MT/ha/año (año1) 4-5 MT/ha/año (año 5)	1,7-2,0 MT/ha/año (año 1) 6,6-7,5 MT/ha/año (año 4)
Adaptabilidad	Recomendado isla oriental Indonesia	Zonas seca
Extracción de aceite		31%-32%



Tabla de la generación F1 y F2 y las características mejoradas IP-1 Asembagus 2006 y IP-2 2007

Origen	West Nusa Tenggara and East Java	Selecionado de IP-1A
Floración	± 4 meses después trasplatación o 6 meses después siembra	No mas de 3 meses después transplante (incluye ya cosecha)
Forma de hoja	Orbicularis	Grueso verde oscuro, salientes como dedos,
Color de hoja	Verde	Verde oscuro

Hoja stalk		18-23 cm.
Capsula stalk	Largo, blando	
Floración		Generalmente podrandia, algunas protogony
No de capsulas / inflorescencias	8-15	520-600
No de inflorescencias por planta	>150 en año 1	200
No de capsulas por planta	>200 en año 1	9,3 (2-19)
Peso de 1000 semillas	700 gramos	700-750
Potencial cosecha de	1,0-1,2 MT/ha/año (año1) 4-5 MT/ha/año (año 5)	2,0-2,5 MT/ha/año (año 1) 7,0-7,8 MT/ha/año (año 4)
Adaptabilidad	Recomendado isla oriental Indonesia	Zonas seca
Extracción de aceite		31%-32%

Esperamos que este documento traiga la información necesaria por MFC para empezar a trabajar en esta actividad. Se considera de gran necesidad cumplir el compromiso de generación eléctrica con aceite de Jatropha.



Anexo 1, un cálculo simple de los parámetros básicos para jardines de semillas y de estaca

Tabla: calculo simple de los parámetros básicos para jardines de semillas y de estaca

Comienza	Unidad	Valor
Plantas elites		
Numero de procedencias diferentes probadas		5
Estacas escogidas de la planta elite		20
Jardín de estacas clónales		
Número de plantas estacas	No.	100
Distanciamiento (entre calles)	M	3
Distanciamiento (en una misma calle)	M	3
Superficie por planta	m ²	9
Tamaño neto del jardín	m ²	900
Eficiencia de espaciamento	%	80
Tamaño bruto del jardín	m ²	1125
Jardín de semilla de plantas élite		

Semillas recolectadas la plantas élite		
Cantidad de semillas por planta	No.	200
Semilla seleccionada del total	%	10
Cantidad total de semillas de la planta elite	No.	100
Cantidad total de plantas	No.	100
Distanciamiento (entre calle)	m.	3
Distanciamiento (en una misma calle)	m.	3
Superficie por planta	m ²	9
Tamaño neto del jardín	m ²	900
Eficiencia de espaciamento	%	80%
Tamaño bruto del jardín	m ²	1125
producción de semillas por planta después de 1 año		20
Producción de semillas por planta 2ndo año		200
Generación F1 de jardín de semilla		
<i>Después de 1 año</i>		
Número de semillas usadas de jardín elite		2000
Semillas seleccionadas del total	%	10
Semillas total del jardín	No.	200
Número de plantas total	No.	200
Distanciamiento (entre calle)	m.	3
Distanciamiento (en una misma calle)	m.	3
Superficie por planta	m ²	8

Tamaño neto del jardín	m ²	1800
Eficiencia del espaciamiento	%	80
Tamaño bruto del jardín	m ²	2250
producción de semillas por planta después de 1 año		40
Producción de semillas por planta 2ndo año		400
Generación F1 del jardín de estacas		
Cantidad de estacas	No.	20
No de plantas de la generación F1		200
Ratio de selección de plantas	%	10
Número total de estacas	No.	400
Distanciamiento entre calle	m.	3
Distanciamiento (en una misma calle)	m.	3
Superficie por planta	m ²	9
Tamaño neto del jardín	m ²	3600
Eficiencia del espaciamiento	%	80
Tamaño bruto del jardín	m ²	4500
Generación F2 jardín de semillas		
<i>Después de 1 año</i>		
Cantidad de semillas usadas del jardín de semillas		8000
Ratio de selección de plantas	%	10
Número total de estacas	No.	800
Distanciamiento entre calle	m.	3

Distanciamiento (en una misma calle)	m.	3
Superficie por planta	m ²	9
Tamaño neto del jardín	m ²	7200
Eficiencia de espaciamiento	%	80
Tamaño bruto del jardín	m ²	9000
producción de semillas por planta después de 1 año		80
Producción de semillas por planta 2ndo año		800
Generación F2 jardín de estacas		
Cantidad de estacas	No.	20
Cantidad de plantas de la generación F1		800
Ratio de selección de plantas	%	10
Número total de estacas	No.	1600
Distanciamiento entre calle	m.	3
Distanciamiento (en una misma calle)	m.	3
Superficie por planta	m ²	9
Tamaño neto del jardín	m ²	14400
Eficiencia de espaciamiento	%	80
Tamaño bruto del jardín	m ²	18000