

PROYECTO DE I+D

RICINUS COMMUNIS L. GERONA. 2008

Anibal Capuano
Director Técnico
Gestión Integral y Servicios Agroenergéticos S.L.



Paseo de la Castellana 114, 8-4. 28046, Madrid.
Tel: 91 782 15 52 Fax: 91 564 83 96 www.gisae.eu gisae@gisae.eu

ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
RESULTADOS	18
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	25

RESUMEN

En los últimos años el ricino ha despertado el interés del sector de las energías renovables, y en concreto de los biocombustibles, debido a su elevado contenido de aceite y su adaptación a distintas condiciones edafoclimáticas. En relación a otras oleaginosas, el ricino se destaca presentando elevados contenidos de aceite en semilla, con amplitudes entre el 45% y el 50% en función del genotipo. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes minerales y nutrientes foliares sobre la productividad, la altura de planta y el contenido de aceite en semilla de ricino. Asimismo, se planea el estudio de la mecanización del cultivo que permitirá facilitar el manejo agrícola del cultivo.

El cultivar elegido para el ensayo -**Guaraní**-, es originario del IAC (Instituto Agronómico de Campinas), Brasil, y fue lanzado al mercado en el año 1974. El ensayo se realizó en la parcela experimental, propiedad de **Gisa**, ubicada en Cornellà del Terri, Gerona, España, durante los meses de julio a diciembre de 2008. El ensayo se sembró el día 1 de julio de 2008 y se utilizó una densidad de siembra de 26.667 plantas por hectárea. Los tratamientos constan de 1 testigo, 12 combinaciones de fertilizantes minerales y 3 combinaciones de nutrientes de aplicación foliar, totalizando 16 tratamientos en tres repeticiones, y un total de 48 parcelas. Las variables seleccionadas para evaluar el cultivo son: productividad en kg/ha, altura de las plantas, cantidad de racimos por planta, cantidad de frutos por planta y contenido de aceite en semilla.

INTRODUCCIÓN

El agotamiento de los combustibles fósiles y la necesidad de preservar el medio ambiente son los dos principales impulsores del desarrollo de los biocarburantes, la única solución viable para la sustitución de los derivados del petróleo en el corto plazo.

El ricino, denominado científicamente *Ricinus communis* L., pertenece a la familia de las Euphorbiaceae y es un cultivo que ha cobrado importancia en los últimos años por su alta producción de aceite vegetal (45 – 50 % del contenido de la semilla), pudiendo ser utilizado como materia prima para producción de biocarburantes.

Ricinus communis L. es conocido también con otros nombres como ricino, castor tártago, higuierilla, higuiereta, mamoneira, mamona, carrapateiro, higuera infernal, catapucia mayor, Degha, koch, palma christi, castor bean, castor seed y castor-oil plant.

Según la bibliografía (Reed, 1976), en su lugar de origen las precipitaciones anuales rondan los 200 mm a 4290 mm y la temperatura media anual es de 7 °C a 27,8 °C. Sin embargo, el Embrapa (2005) considera que el cultivo sólo es económicamente viable cuando el régimen de precipitación anual es como mínimo de 400 mm a 500 mm. La temperatura ideal, directamente correlacionada con la altura, se ubica entre los 20 °C y los 30 °C, por lo que el cultivo es rentable en alturas que van desde 0 msnm hasta 2000 msnm. Temperaturas muy elevadas, superiores a 40 °C, provocan aborto de flores y reducción en el contenido de aceite de las semillas. Las temperaturas bajas retardan la germinación, alargan el período vegetativo y favorecen el ataque de microorganismos e insectos. Temperaturas por debajo de 10 °C inhiben la producción de semilla debido a la pérdida de viabilidad del polen (Beltrao y Silva, 1999).

El ricino soporta largos períodos de sequía, incluso en la fase de maduración de frutos. Sin embargo, produce semillas más livianas con menor porcentaje de aceite (Embrapa, 2005). Los suelos de su hábitat natural poseen buen drenaje. Se desarrolla bien dentro del rango de pH entre 4,5 y 8,3 (Reed, 1976). Según Weiss (1983), el ricino es capaz de crecer en una gran variedad de suelos, con tenores de nutrientes variables; sin embargo, en suelos infértiles la producción es baja y la tolerancia de la planta a las sequías es muchas veces confundida con la tolerancia a la baja fertilidad.

La producción mundial de ricino entre 2000 y 2004 estuvo alrededor del millón de toneladas de grano y aproximadamente 400 mil toneladas de aceite. Los principales países productores son India, China y Brasil, representando cerca de 60 %, 20 % y 10 % de la producción mundial, respectivamente (Savy Filho, 2005).

Brasil consta de entidades como el **IAC** (Instituto Agronómico de Campinas), pioneros en el mejoramiento de ricino, habiendo iniciado sus trabajos de investigación en el año 1936. Actualmente, la investigación se centra en la búsqueda de cultivares con características agronómicas específicas, entre las que destacan: porte bajo, elevada

productividad, resistencia a plagas y enfermedades, frutos indehiscentes, semillas de tamaño medio, uniformes y con alto contenido de aceite (Savy Filho & Banzato, 1993).

Asociado al desarrollo de nuevos cultivares se encuentra la investigación en el manejo agrícola, ya que el potencial genético de un cultivo solo puede ser expresado cuando las condiciones de cultivo son las más adecuadas. En el caso del ricino las prácticas de manejo son diferentes en función del grado de tecnificación de los agricultores, por lo tanto las mejoras deben ir direccionadas al apoyo técnico en estas explotaciones. En este contexto, las principales carencias en el manejo de este cultivo a nivel mundial son: conocimiento bajo o nulo en siembra de grandes áreas de cultivo, disposición espacial de plantas (distancia entre plantas y entre líneas) para la siembra y cosecha mecánica, control químico de malas hierbas y sistema integral de producción.

El presente trabajo propone actividades de investigación que persiguen el perfeccionamiento de las técnicas agrícolas de producción del ricino, principalmente por medio de mejoras en las prácticas agrícolas en grandes áreas.

OBJETIVOS

La fertilización es una de las principales tecnologías utilizadas para aumentar la productividad y rentabilidad de los cultivos. Complementada con un buen manejo de la densidad y fecha de siembra, así como con la elección apropiada del material genético, obtendremos producciones y rentabilidades del cultivo que pueden ser las óptimas en cada región.

La importancia de mecanizar un cultivo radica principalmente en la posibilidad de incrementar la superficie sembrada y abaratar costes. Asimismo, el manejo mecanizado de la siembra garantiza al productor un alto nivel de rentabilidad y la conservación y mejoramiento de un recurso natural renovable como es el suelo. Por último, destacar la importancia de la mecanización de la cosecha, labor que representa generalmente más del 20 % de los costes de producción en los cultivos anuales.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos de la **fertilización mineral** (N, P y K) y la **nutrición foliar** sobre el crecimiento de la planta, productividad en kilogramos de semillas, producción de biomasa (Materia Seca), altura de las plantas, altura de inserción del primer racimo, cantidad de racimos por planta, cantidad de frutos por planta y contenido de aceite en semilla. Además, un objetivo fundamental del trabajo consiste en evaluar la **mecanización** tanto de la siembra como de la cosecha del cultivo de ricino.

El objetivo final de **Gisa** en relación al los ensayos con ricino, paralelamente a los ensayos de investigación y desarrollo llevados a cabo en **Brasil** y **República Dominicana**, es definir el **Paquete Tecnológico** ideal para el cultivo de ricino en las distintas regiones agrícolas con posibilidades de implantación del cultivo.

Se contará con el apoyo de **Agromillora Catalana S.A.**, socio agrícola de referencia en el proyecto, y también con el soporte de **INAGROSA S.A.**, empresa de desarrollo y fabricación de productos de nutrición vegetal (bioestimuladores y biofertilizantes), para el desarrollo del ensayo de I+D en Gerona, España.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LA PARCELA DE ENSAYOS

El ensayo se realizó en una parcela experimental, propiedad de **Gisa**, ubicada en la provincia de Gerona, comunidad de Cataluña, España, durante el periodo de julio de 2008 a enero de 2009. Esta parcela está ubicada en las coordenadas 42° 06' 18" latitud norte y 2° 49' 53" longitud este a una altura de **125 msnm**.

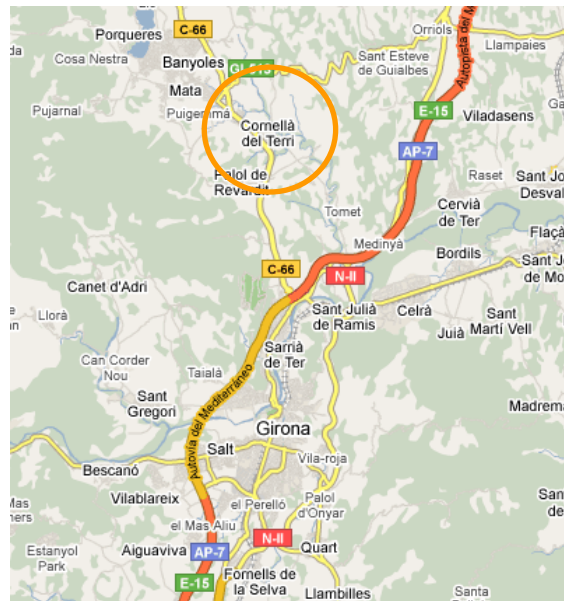


Figura 1. Ubicación parcela experimental.

La precipitación media anual de la región es de **724 mm**, la temperatura media anual es de **14,3 °C**, siendo la media mensual de las temperaturas máximas diarias es de 20,2 °C y la media mensual de las temperaturas mínimas diarias es de 8,4 °C.

La precipitación total durante los seis meses del ensayo fue de **372 mm** y la temperatura media fue de **21,8 °C** (ver Anexo I).

El suelo del ensayo pertenece al orden Entisol, suborden Orthent y suborden asociado Ochrept (ver Anexo II). La pendiente media de la zona no supera el 7 %.

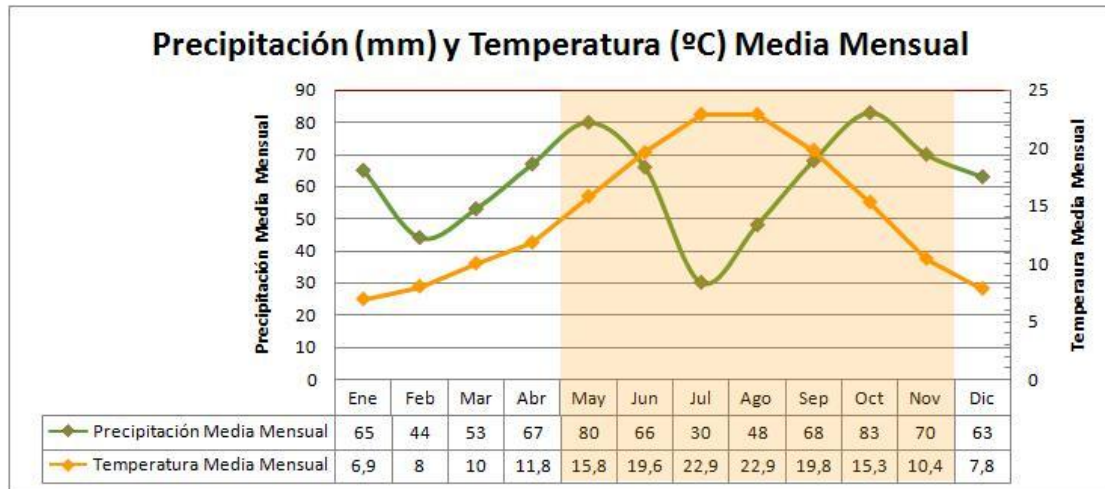


Figura 2. Agencia Estatal de Meteorología – Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Valores Climatológicos Normales. Gerona / Aeropuerto. **Periodo:** 1973-2000 - **Altitud (m.):** 127 - **Latitud:** 41° 54' 05" N - **Longitud:** 02° 45' 37" E.

RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó manualmente realizando el corte de los racimos y empleando una cinta métrica para la medición de alturas de planta e inserción del primer racimo. Se eligieron 10 plantas al azar en el área de muestreo de cada parcela (ver Figura 5) para la toma de datos.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

El suelo se preparó de forma convencional, realizando 2 pasadas de rastra de discos con una profundidad de trabajo de 25 cm.



Figura 3. Preparación del terreno.

RIEGO

Para asegurar el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las plantas se realizaron 4 riegos con tractor-cisterna de 15 m³, aplicándose en torno a 100 mm por riego. Las fechas de riego están comprendidas entre la fecha de siembra y los 60 días tras la germinación de las plantas: 07-07-2008, 23-07-2008, 07-08-2008, 20-08-2008.

SEGUIMIENTO DEL ENSAYO

Una vez delimitadas las parcelas, el área experimental fue monitoreada cada 21 días por medio de visitas del técnico encargado del proyecto. Se aprovechó cada viaje para realizar las distintas tareas pertinentes al ensayo y además, para la recolección y toma de datos.

VARIABLES A EVALUAR

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron mediciones de interés agronómico para el manejo agronómico del cultivo:

a) **Altura media de las plantas:** Se tomaron datos de altura de 10 plantas por parcela, en centímetros desde la superficie del suelo hasta el ápice del racimo más alto de la planta. De acuerdo con la escala adaptada de Veiga et al. (1989), las plantas pueden clasificarse en 7 rangos: enana < 90 cm; muy baja: 90 a 150 cm; baja: 151 a 200 cm; media: 201 a 250 cm; alta: 251 a 300 cm; y muy alta: > 300 cm.

b) **Cantidad de racimos por planta:** Número de racimos por planta contabilizados en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela de ensayo.

c) **Cantidad de frutos por planta:** Número de frutos por racimos contabilizados en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela de ensayo.

d) **Productividad en kg/ha:** Después de la medición individual del peso de los granos descascarados por parcelas, se realizó una estimativa de producción media en kilogramos por hectárea. Nóbrega et al. (2001) clasifica el cultivo de ricino con la siguiente escala en función de la productividad media por hectárea: bajo: < 1500 kg/ha; medio: 1500 a 2000 kg/ha; alto: 2001 a 3000 kg/ha; y muy alto: > 3000 kg/ha.

e) **Contenido medio de aceite en semillas:** porcentaje de aceite en semilla obtenido del análisis de la muestra proveniente de un lote homogeneizado, y que según Nóbrega et al. (2001) el cultivo puede ser clasificados en la siguiente escala: bajo: < 40 %; medio: 40 a 50 %; y alto: > 50 %.

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR DE RICINO UTILIZADO EN EL ENSAYO

El cultivar de ricino **Guaraní** (ver Anexo III) seleccionado para el ensayo, procedente del IAC (Brasil), presenta las siguientes características:

- Cultivar de frutos indehiscentes
- Altura media de 1,80 a 2,00 m
- Ciclo vegetativo de 180 días
- Potencial productivo de 1.500 a 4.000 kg/ha
- Cosecha única
- 47 % de aceite en las semillas
- Peso de 100 semillas de 43 g

FERTILIZACIÓN MINERAL Y NUTRIENTES FOLIARES

a) Fertilización Mineral:

El cultivo de ricino sustrae del área de cultivo cerca de 50 kg/ha de N, 20 kg/ha de P_2O_5 y 16 kg/ha de K_2O para producir 1.700 kg/ha de semilla, sin contar con las cantidades absorbidas por otras estructuras de la planta como pueden ser raíces, tallos, corteza y hojas (Weiss, 1983).

El ricino es una planta que necesita ser cultivada en suelos muy fértiles para obtener una buena productividad. En experiencias contrastadas, la utilización de 80kg/ha de N en cobertura aumentó la productividad del cultivo, sin alterar el contenido de aceite en la semilla (Severino et al., 2005, 2006).

El área del experimento recibió una fertilización básica de 100 kg de nitrógeno por hectárea durante la preparación inicial del terreno. El fertilizante mineral adicional, específico de cada tratamiento, **-urea 46%, superfosfato simple 48% y sulfato de potasa 50%-** se aplicó de forma manual y al voleo y los nutrientes foliares se aplicaron con mochila pulverizadora de 16 litros de capacidad.

Se conservaron determinadas parcelas testigo sin fertilización, y las parcelas con fertilización se estructuraron de la siguiente manera (ver tabla 1):

- **Aplicación de 3 dosis de Nitrógeno.** Dosis de N de 30, 60 y 90 kg/ha, utilizando como fuente urea (46 % de N).
- **Aplicación de 2 dosis de Fósforo en la siembra.** Dosis de P de 40 y 80 kg/ha, utilizando como fuente superfosfato simple (18 % de P_2O_5).
- **Aplicación de 2 dosis de Potasio en la siembra.** Dosis de K de 40 y 80 kg/ha, utilizando como fuente sulfato de potasa (50 % K_2O).

Tabla 1. Fertilización mineral de los distintos tratamientos.

Número de Tratamiento	Fertilización Mineral por hectárea		
	Urea (46%)	P ₂ O ₅ (18%)	K ₂ O (50%)
1	30 kg	40 kg	40 kg
2	30 kg	40 kg	80 kg
3	30 kg	80 kg	40kg
4	30 kg	80 kg	80 kg
5	60 kg	40 kg	40 kg
6	60 kg	40 kg	80 kg
7	60 kg	80 kg	40kg
8	60 kg	80 kg	80 kg
9	90 kg	40 kg	40 kg
10	90 kg	40 kg	80 kg
11	90 kg	80 kg	40kg
12	90 kg	80 kg	80 kg

b) Nutrientes foliares

Todas las parcelas del ensayo con nutrientes foliares recibieron fertilización mineral a razón de 60 kg/ha de urea, 40 kg/ha de superfosfato simple y 40 kg/ha de sulfato de potasa.

Los nutrientes foliares **INAGROSA** seleccionados para el ensayo –**Humiforte, Fosnutren y Kadostim**- presentan las siguientes características:

- **HUMIFORTE:** Permite una **nutrición mineral completa instantánea y eficaz**. Su alta concentración de aminoácidos libres y biológicamente activos, lo recomiendan, especialmente como **tratamiento de choque**. Su composición, tanto en sus componentes como en cada uno de ellos, está definida.
- **FOSNUTREN:** Su contenido en **fósforo** lo hace igualmente aconsejable en aquellos momentos del ciclo biológico en los que resulta conveniente potenciar el **desarrollo radicular, la formación de órganos de reserva y el perfecto desarrollo de las semillas**.
- **KADOSTIM:** Es un nutriente bioactivador de rápida absorción para aplicación foliar a base de aminoácidos libres, potasio y microelementos incorporados en las cadenas aminadas de aquellos. Ha sido especialmente desarrollado para su empleo como activador del **Cuaje, Crecimiento y Desarrollo del fruto**.

A continuación se detallan las características del diseño experimental de las parcelas con productos **INAGROSA**:

- **BLOQUE A:** 1 parcela con 3 repeticiones.
- **BLOQUE B:** 1 parcela con 3 repeticiones.
- **BLOQUE C:** 1 parcela con 3 repeticiones.
- **1 TESTIGO:** Se utilizará como testigo el tratamiento nº 5 de la fase de fertilización mineral.

Protocolo de aplicación de productos INAGROSA

a) HUMIFORTE

– Cuando la planta alcanza 10-15 cm de altura comienza el tratamiento con Humiforte.

	BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C
Dosis (1%)	1 cc/litro de agua	1,5 cc/litro	2 cc/litro

– Repetir a los 10-15 días.

– Cuando la planta alcanza los 70-100 cm de altura se realizará el 3^{er} tratamiento con Humiforte.

Observaciones: El objeto de estos 3 tratamientos con Humiforte es el **rápido crecimiento y la pronta entrada en producción**, y el **alargamiento de la vida útil de la planta**.

b) FOSNUTREN

– Al inicio del escape floral se realizara el tratamiento con Fosnutren.

	BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C
Dosis (0,75%)	0,75 cc/litro de agua	1 cc/litro	1,5 cc/litro

– Repetir tratamiento a los 7-10 días.

Observaciones: El objeto de estos 2 tratamientos es **impulsar el desarrollo floral**.

c) KADOSTIM

– Al inicio de la maduración de frutos se realizará el tratamiento con Kadostim.

	BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C
Dosis (0,75%)	0,75 cc/litro de agua	1 cc/litro	1,5 cc/litro

– Repetir tratamiento a los 7-10 días.

Observaciones: El objeto de estos 2 tratamientos es **impulsar la creación y desarrollo del fruto** y la **calidad de las semillas**.

NÚMERO, IDENTIFICACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DEL ENSAYO

Se definió un total de 48 parcelas, 16 tratamientos y 3 repeticiones para cada tratamiento, dispuestas al azar en el área del ensayo. . Las parcelas se delimitaron con estacas de madera de 0,50 m, tal y como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Delimitación de las parcelas con estacas de madera.

a) Cantidad de parcelas:

- 1 Densidades de siembra x 1 Fecha de Siembra x (3x2x2) Dosis Fertilizante x 3 repeticiones = 36 parcelas de ensayo.
- Se implantó 1 tratamiento experimental testigo sin fertilización con 3 repeticiones.
- A su vez, se realizaron 3 tratamientos con nutrientes foliares **INAGROSA** con 3 repeticiones. Las parcelas destinadas al ensayo con nutrientes foliares de **INAGROSA** tuvieron una fertilización de 60 kg de Nitrógeno, 40 kg de Fósforo y 40 kg de Potasio. Los fertilizantes minerales utilizados son los siguientes: Urea (46%), P_2O_5 (18%) y K_2O (50%).
- El total de parcelas del Ensayo es por lo tanto de **48**.

b) Identificación de las parcelas (ver Tabla 2): Las parcelas se identificaron a campo con una etiqueta que contiene 3 números, de tal manera que el primer número de la etiqueta es el indicativo del tratamiento con Nitrógeno, el segundo número es el indicativo del tratamiento con Fósforo y el tercer número es el indicativo del tratamiento con Potasio.

- El **Nitrógeno** se identifica en la etiqueta con el número “1” cuando la dosis aplicada es de 30 kg/ha, con el número “2” cuando la dosis aplicada es de 60 kg/ha y con el número “3” cuando la dosis aplicada es de 90 kg/ha.

- El **Fósforo** se identifica en la etiqueta con el número “1” cuando la dosis aplicada es de 40 kg/ha y con el número “2” cuando la dosis aplicada es de 80 kg/ha.
- El **Potasio** se identifica en la etiqueta con el número “1” cuando la dosis aplicada es de 40 kg/ha y con el número “2” cuando la dosis aplicada es de 80 kg/ha.
- La parcela **testigo** se identifica a través del número “0”, como indicativo de ausencia de fertilización.

Tabla 2. Identificación de las parcelas.

Identificación de los distintos tratamientos	Identificación de parcelas a campo	Fertilización Mineral			Productos INAGROSA		
		Urea (46%)	P ₂ O ₅ (18%)	K ₂ O (50%)	Humiforte		Kadostim
					30/07/2008	03/09/2008	22/10/2008
1	111	30 kg	40 kg	40 kg	-	-	-
2	112	30 kg	40 kg	80 kg	-	-	-
3	121	30 kg	80 kg	40kg	-	-	-
4	122	30 kg	80 kg	80 kg	-	-	-
5	211	60 kg	40 kg	40 kg	-	-	-
6	212	60 kg	40 kg	80 kg	-	-	-
7	221	60 kg	80 kg	40kg	-	-	-
8	222	60 kg	80 kg	80 kg	-	-	-
9	311	90 kg	40 kg	40 kg	-	-	-
10	312	90 kg	40 kg	80 kg	-	-	-
11	321	90 kg	80 kg	40kg	-	-	-
12	322	90 kg	80 kg	80 kg	-	-	-
A	A	60 kg	40 kg	40 kg	1 l/ha	1 l/ha	0,75 l/ha
B	B	60 kg	40 kg	40 kg	1,5 l/ha	1,5 l/ha	1 l/ha
C	C	60 kg	40 kg	40 kg	2 l/ha	2 l/ha	1,5 l/ha
Testigo	000	-	-	-	-	-	-

c) Superficie de las parcelas de ensayo:

- 48 parcelas x 100 m² parcela útil = 4.800 m² ensayo experimental.
- La superficie final de las parcelas de ensayo fue de 143,75 m², teniendo en cuenta separaciones de 1,50 m entre parcelas en dirección Este-Oeste y 2,50 m entre parcelas en dirección Norte-Sur. Por lo tanto, los lados de cada parcela fueron de 11,50 m y 12,50 m. Cada parcela dispuso de 12 hileras de plantas de ricino.
- La superficie total utilizada para el ensayo fue de 6.900 m² (48 parcelas x 143,75 m²).

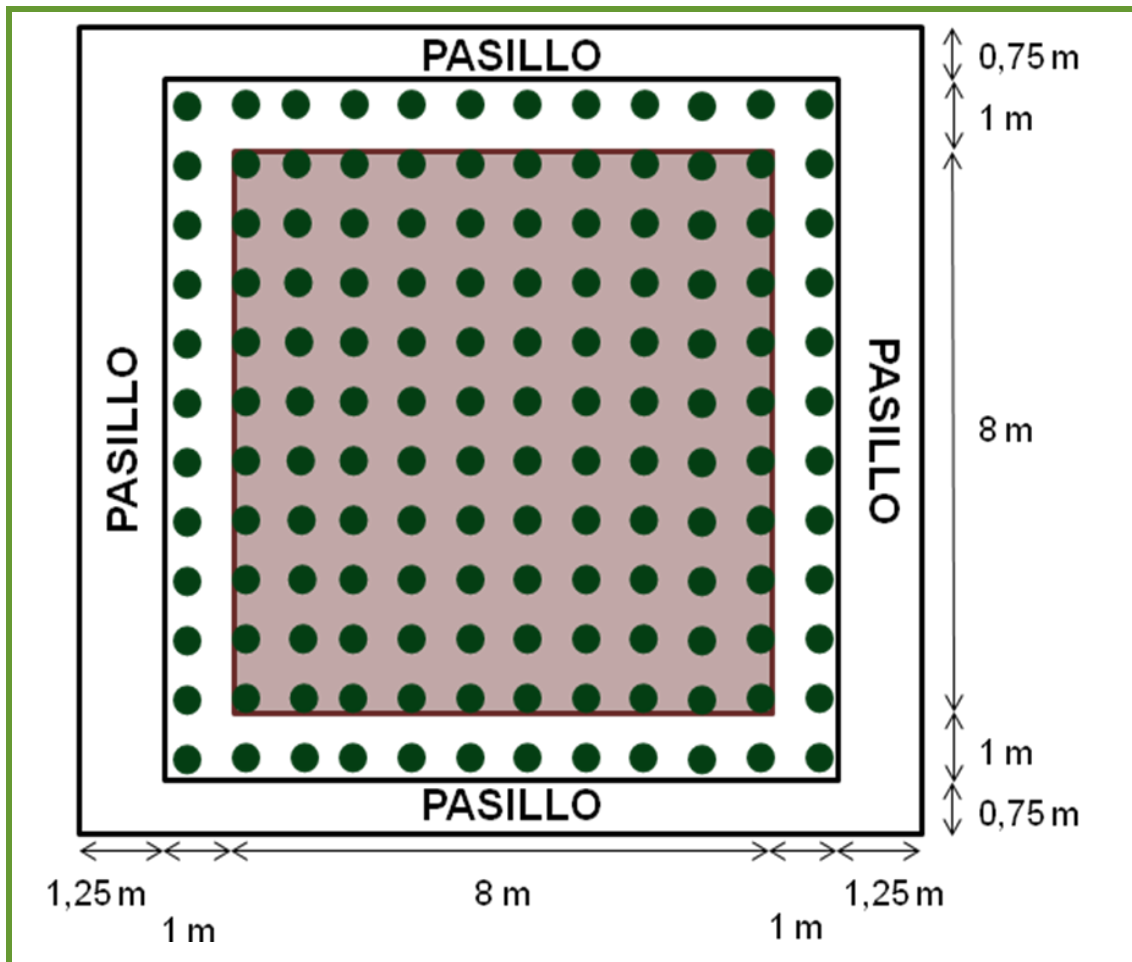


Figura 5. Dimensiones parcela experimental.

El área de muestreo fue de 64 m^2 en cada parcela experimental. Se eligieron 10 plantas al azar en cada muestreo. Los frutos fueron pesados en una balanza electrónica y luego fueron descascarados para la obtención de semillas.

SIEMBRA: Densidad y Fecha

La densidad de siembra en variedades de porte bajo planteadas para la mecanización del cultivo varían entre 15.000 y 25.000 plantas por hectárea (Embrapa, 2005).

La siembra se realizó de forma mecánica. La distancia entre hileras de plantas está determinada en función de las características de la maquinaria. En este caso, se ha determinado 0,75 m entre hileras, ya que la maquinaria de siembra adecuada y con posibilidad de adaptación a este tipo de manejo es la que actualmente se emplea en el cultivo de maíz.



Figura 6. Siembra de ricino en Gerona.

La profundidad de siembra utilizada en el ensayo fue de 5 centímetros y la disposición de siembra fue 0,75 m entre líneas y 0,50 m entre plantas. La densidad final fue de 26.667 plantas por hectárea.



Figura 7. Profundidad de siembra de 5 cm y distancia entre plantas de 50 cm.

Embrapa (2005) considera óptimos los meses de noviembre, diciembre y enero para la siembra de ricino en la zona centro de Brasil.

Según características del ricino y requisitos edafoclimáticos, se planeó una única fecha de siembra en el mes de mayo. Debido a retrasos en la entrega de semillas y preparación de terreno, la siembra se realizó en el mes de julio.

MECANIZACIÓN DEL CULTIVO: SIEMBRA Y COSECHA.

Ramos, N. P. et al. (2007), realizó un trabajo de investigación en ricino utilizando el híbrido Lyra y una sembradora-abonadora de precisión, **Marca JUNIL, modelo 2600 SH** para siembra directa con dosificador de semillas tipo neumático y cuatro unidades de bajada de semillas espaciadas a 90 cm; y cuya velocidad de desplazamiento del conjunto tractor sembradora fue de 6 km/hora.

En áreas extensas, sembradas con variedades indehiscentes de porte bajo, Embrapa Campina Grande, PB (2005) utilizó una cosechadora de maíz adaptada. La misma incluye una adaptación para el descascarado del fruto de ricino.

En el ensayo se utilizó una sembradora neumática marca MANOSEM con cuatro líneas de siembra separadas a 75 cm, y sus discos de siembra se perforaron con 12 orificios para lograr una distancia entre plantas de 50 centímetros (ver figura 8).



Figura 8. Discos de siembra con 12 perforaciones y sembradora neumática de 4 líneas Manosem.

Para la recolección de frutos de ricino se definió el empleo de una cosechadora autopropulsada con cabezal de girasol.

CONTROL DE MALEZAS

Se planteó realizar el mismo control de malezas para todas las parcelas del ensayo. Se realizó un control mecánico de malezas con cavadora 45 días después de la germinación.

CONTROL DE ENFERMEDADES

Se planteó el control de enfermedades sólo en caso necesario, por medio de mochila. No se detectó enfermedad alguna en el desarrollo del cultivo.

CONTROL DE PLAGAS

Se planteó el control de plagas sólo en caso necesario, con la técnica y producto adecuado para cada ocasión.

Se detectó un ataque importante de hormigas 15 días después de germinar las semillas. La plaga se controló con Paparrin (insecticida a base de Sumithion que produce a un mismo tiempo los efectos de mortalidad y persistencia del preparado).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recepción de semillas	X																											
Preparación del terreno	X																											
Siembra	X																											
Delimitación de parcelas		X	X																									
Riego		X		X		X		X																				
Fertilización mineral	X			X																								
Nutrientes foliares				X					X					X														
Control mecánico malas hierbas							X																					
Cosecha																										X	X	
Post-cosecha																										X	X	
Análisis de datos a campo	X		X		X				X					X			X		X									

RESULTADOS

Tabla 3. Tabla de resultados de productividad (kg/ha) y altura de plantas (cm).

Ensayo de I+D en ricino en Gerona - Cultivar Guaraní.							
Rendimiento (kg/ha)			Productividad Media (kg/ha) - Repeticiones	Altura de plantas (cm)			Altura media de plantas (cm)
Repeticiones				Repeticiones			
1	2	3		1	2	3	
1343	1498	-	1421	134	121	-	128
1099	1058	-	1079	141	124	-	133
1221	1645	-	1433	138	132	-	135
1396	1425	1221	1347	147	139	133	140
1421	790	1360	1190	140	138	138	139
1661	814	961	1145	142	147	120	136
1930	985	1132	1349	141	145	114	133
1319	1547	1596	1487	137	143	134	138
1136	1547	1522	1402	145	131	142	139
1661	1710	1067	1479	150	144	127	140
1197	936	1636	1256	145	136	133	138
1197	-	1229	1213	145	-	133	139
1775	1783	1669	1742	132	132	128	131
1669	733	944	1115	122	123	115	120
993	2190	2157	1780	136	151	147	145
1461	961	-	1211	137	138	-	138

NOTA: Las parcelas que no disponen de resultado no fueron representativas para el ensayo.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DESDE SIEMBRA A COSECHA

A. Emergencia de plántulas. Días desde la siembra = 15.



B. **Crecimiento.** Altura de plantas = **25 cm.** Días desde la siembra = **29.**



C. **Floración.** Altura de plantas = **80 cm.** Días desde la siembra = **63.**



D. **Fructificación.** Altura de plantas = **120-140 cm.** Días desde la siembra = **112.**



E. **Cosecha.** Días desde la siembra = **195.**



Los resultados de **productividad** (Tabla 3) indican que el “tratamiento C” -1.780 kg/ha semillas- presenta el mejor rendimiento en kg/ha. El “tratamiento C” se fertilizó a razón de 60 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de fósforo, 40 kg/ha de potasio. Estos resultados son similares a los encontrados por Savy (2005), quien reportó que la fertilización nitrogenada ideal para el cultivo de ricino se encuentra entre los 30 y los 60 kg/ha. Asimismo, cabe desatacar la importancia de los resultados obtenidos en el “tratamiento A”, donde no hubo diferencias significativas con el “tratamiento C”, aplicando menores dosis de nutrientes foliares.

Los resultados indican diferencias significativas en repeticiones del mismo tratamiento producidas por las distintas características del terreno en el área de realización del ensayo.

Para la variable **altura de plantas** no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. La altura media de las parcelas experimentales fue aproximadamente de 135 cm (tabla 3). La altura de plantas observada en el ensayo se adapta a las necesidades técnicas de cosecha mecanizada del cultivo.

En relación al número de **racimos por planta** no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. La media de producción de racimos por planta fue de uno, y un número muy reducido de plantas desarrollaron y maduraron 2 racimos. Aquellas plantas que produjeron dos racimos, presentaron un segundo racimo con menos de 20 frutos.

El cultivar Guaraní en su hábitat natural en Brasil presenta un potencial productivo de 3 racimos por planta. La diferencia, en el caso del ensayo llevado a cabo, radica fundamentalmente en el retraso en la época de siembra, que ha conllevado la aparición de frío y heladas en medio del ciclo del cultivo, paralizando así su crecimiento y desarrollo.

El **número de frutos por racimo** presentó una amplia variación. La amplitud de producción de frutos varió entre 32 frutos/racimo y 97 frutos/racimo.

La evaluación del **contenido de aceite en semilla** no se pudo llevar a cabo producto de la falta de granos representativos. La fecha de siembra tardía, hizo coincidir las heladas caídas los primeros días de diciembre de 2008 con la etapa de llenado de semillas de ricino produciendo un efecto negativo en el cuajado de los frutos.

En relación a la **mecanización del cultivo** cabe destacar que la siembra se pudo llevar a cabo sin ningún inconveniente. Para realizar la siembra se necesitó perforar discos ciegos de la sembradora neumática, a razón de 12 orificios por disco, para lograr la separación entre plantas asignada en el ensayo.

La cosecha mecánica no se ha llevado aún a cabo debido a la falta de condiciones meteorológicas favorables.

La respuesta a la aplicación de **nutrientes foliares** fue positiva en los “tratamientos A y C” observando diferencias significativas con los demás tratamientos. Producciones superiores a 1.500 kg de semilla por hectárea hacen rentable la aplicación del nutriente foliar, siempre y cuando su aplicación coincida con un tratamiento fitosanitario propio del cultivo.

No se observaron diferencias significativas en relación a las distintas dosis de **fertilizantes minerales** aplicados. Los resultados indican que aplicaciones mayores a 60 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de fósforo y 40 kg/ha de potasio, no repercuten significativamente en los datos de productividad del cultivo.

Tomando como base la productividad media de algunos cultivares de **IAC** (Brasil), que varían entre 1.500 a 2.000 kg/ha (Savy Filho, 1998) se observa que éste ensayo de productividad, con una máxima de 1.487 kg/ha y un mínimo de 1.079 kg/ha, no supera las producciones mínimas previstas en el Estado de Sao Paulo, Brasil.

CONCLUSIÓN

Analizando los resultados obtenidos en el ensayo se definen las dosis de fertilizante mineral y nutriente foliar a utilizar en la zona de Gerona para obtener las mejores productividades de ricino por hectárea.

En base a los resultados del ensayo podemos afirmar que la productividad muestra una respuesta positiva a la nutrición foliar con productos **INAGROSA**, principalmente cuando aplicamos Kadostim entre los días 80 y 100 del cultivo.

Es importante recalcar que la aplicación de fertilizantes minerales deja de ser eficiente con dosis de N-P-K mayores a 60-40-40 kg/ha respectivamente.

En relación a la mecanización, las modificaciones realizadas en los discos de siembra - 12 orificios en vez de 24- bastaron para obtener una siembra uniforme a la distancia predeterminada de 50 cm entre plantas. La profundidad de siembra pudo adaptarse también sin problemas a una profundidad de 5 cm.

RECOMENDACIONES

Las variedades e híbridos de ricino recomendados para la siembra y cosecha en sistemas mecanizados son aquellos con porte bajo-medio (100-140 cm), alta productividad y ciclo anual de 90 a 150 días.

En la región de Gerona el ricino deberá sembrarse en los meses de marzo y abril, fechas similares a la siembra del **girasol**, cuando el cultivo se maneje en condiciones de secano y el ciclo del cultivo tenga una duración de 180 días. Asimismo se puede sembrar en los meses de mayo y junio, fechas similares al **maíz**, siempre y cuando dispongamos de riego y además, las variedades sean de ciclo corto (90-100 días entre siembra y cosecha).

La densidad de siembra adecuada para la provincia de Gerona y sus alrededores es de 25.000 plantas por hectárea aproximadamente. La disposición de plantas está sujeta a las características de la sembradora y por la maquinaria relevada en la zona se recomiendan hileras separadas a 0,75 m, y una distancia entre plantas de 0,50 m (adaptando relación de siembra o modificando discos de siembra). La profundidad de siembra para plantaciones de ricino en la región de Gerona es de 5 cm para suelos arcillosos y 7 cm en suelos arenosos.

En el manejo de esta especie se recomienda utilizar dosis de 3 litros por hectárea de trifluralina, al igual que en girasol, aplicado en pre-siembra o conjuntamente con la siembra para el control de malas hierbas.

Como propuesta de investigación se plantea seguir estudiando el desarrollo de sistemas de siembra y cosecha eficientes, para asegurar el número de plantas por hectárea y disminuir pérdidas en la cosecha. Asimismo, se debe seguir investigando la modificación de cabezales de maíz, y la posibilidad de modificar cabezales de girasol, para la cosecha de ricino. Es importante también desarrollar nuevas técnicas de postcosecha, ya sea para el descascarado de frutos, limpieza de semillas y almacenamiento de semillas.

Por último, se deben realizar investigaciones en el sector de la molturación de semillas, ya que en España no se dispone de plantas extractoras de aceite específicas para ricino. En la actualidad existen plantas molturadoras multi-aceite que pueden solucionar el problema de la extracción de aceite.

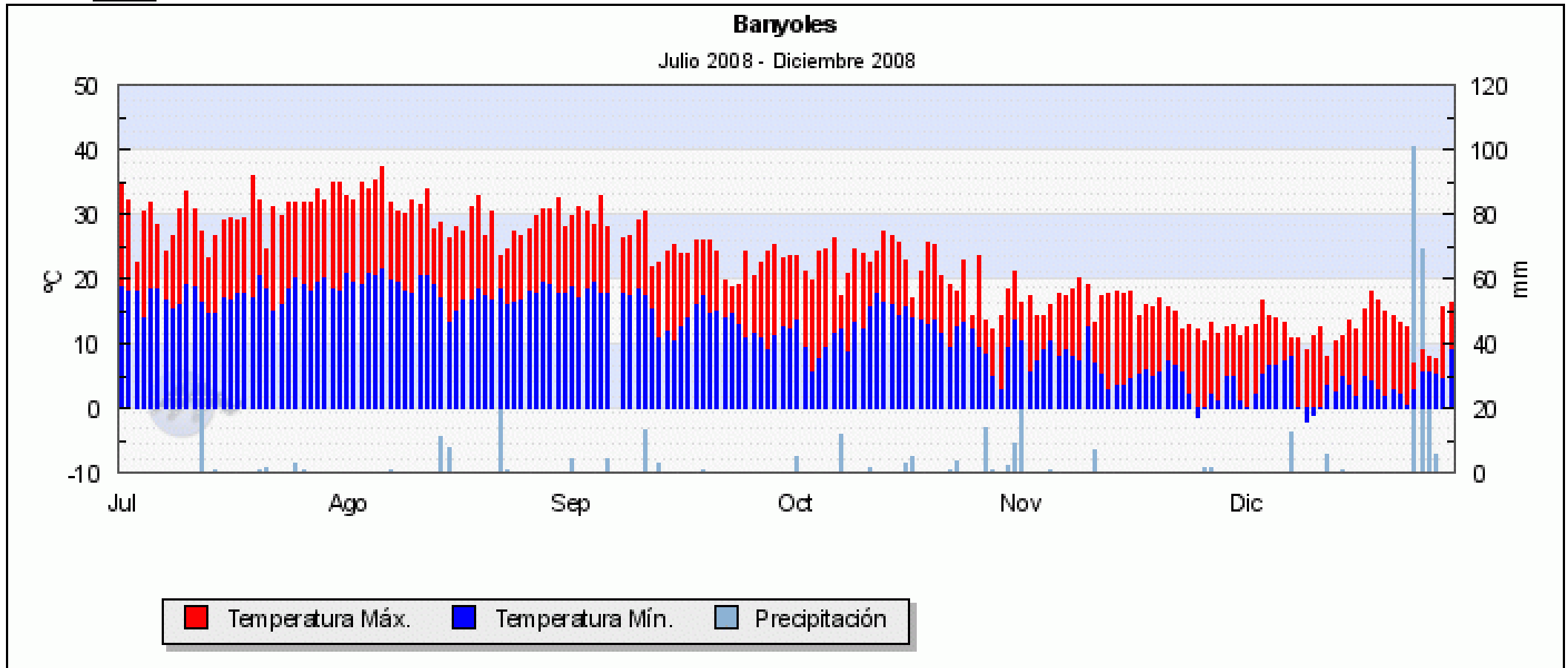
AGRADECIMIENTOS

Al equipo técnico del Instituto Agronómico Campinas -Brasil- y en especial al Dr. Angelo Savy Filho, Investigador Científico del Centro de Granos y Fibras / Oleaginosas Instituto Agronómico – IAC.

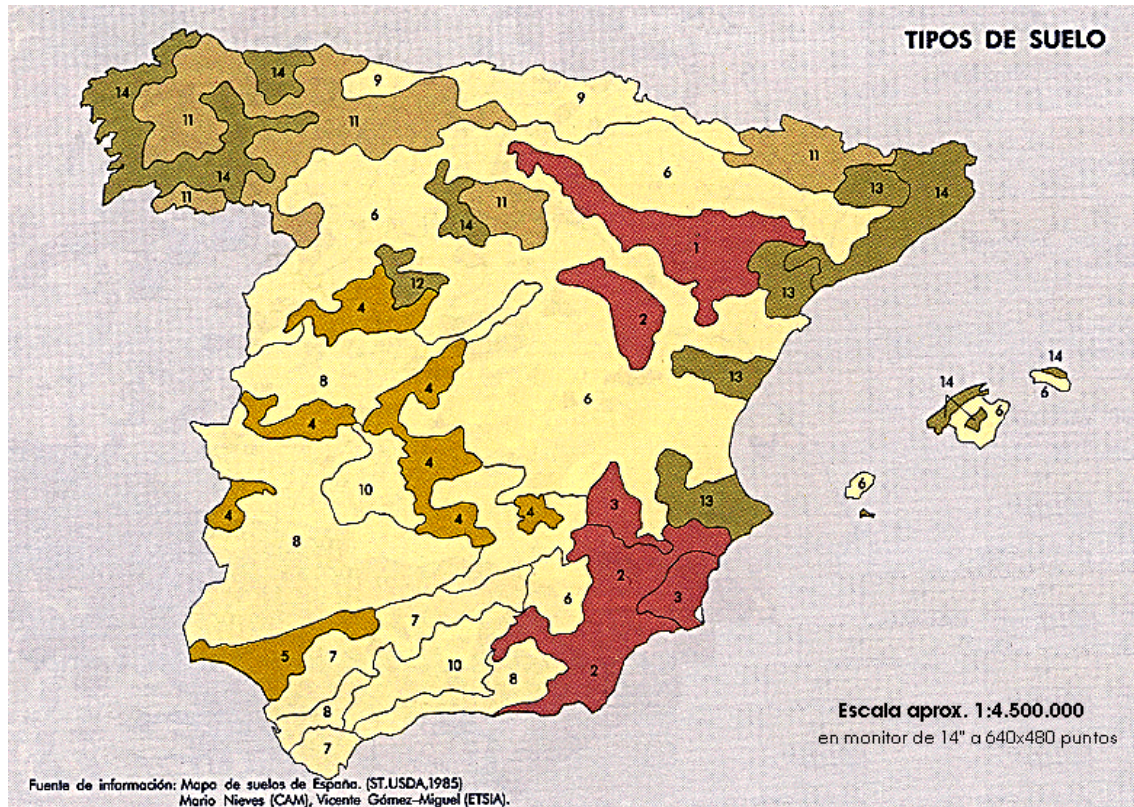
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, J.J.; VIEIRA, R.M. de; MOREIRA, J.A.M. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira *Ricinus communis* L. no nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 25).
- BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C. Os múltiplos uso do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. *Fibras e Óleos*, Campina Grande, n. 31, 1999.
- EMBRAPA. 2005. Sistemas de Produção: Indicações Técnicas para a cultura da Mamona em Mato Grosso do Sul.
- NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W. e LEITE, E. J. Germoplasma. In: O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa-Algodão, 2001.
- Ramos, N. P. et al. SEMEADURA DO HÍBRIDO LYRA DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) SOB PLANTIO DIRETO. 2007.
- REED, C.F. 1976. Information summaries on 1000 economic plants. Typescripts submitted to the USDA.
- SAVY FILHO. Mamona: tecnologia agrícola. Campinas: EMPOI, 2005.
- SAVY FILHO, A.; BANZATO, N. V. Mamona. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (eds). O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico. Campinas: IAC, 1993.
- SAVI FILHO, A. Mamona. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.N.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: IAC, 1998, 396p. (Boletim técnico, 200).
- VEIGA, R. F.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. Descritores Mínimos para Caracterização e Avaliação de Mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agrônômico. *BOLETIM TECNICO* N. 125, v. 54, n. 1-4, 1989.
- WEISS. E.A. Oilseed crops. London: Longman, 1983.

ANEXO I – BANYOLES. Precipitación, Temperatura Máxima y Mínima durante los meses de julio de 2008 a diciembre de 2008.



ANEXO II – MAPA DE SUELOS ESPAÑA



SUELO PRINCIPAL			
Referencia	Orden	Suborden	Subordenes asociadas
1	Aridisol	orthid	
2			orthent
3			orthentargid
4	Alfisol	xeralf	ochrept
5			ochrept, orthent, xerert
6	Inceptisol	ochrept	orthent
7			orthent, xerert
8			orthent, umbrept
9			rendolle, udoll
10			umbrept
11	Entisol	psamment orthent	ochrept, orthent
12			xeralf
13			
14			ochrept

ANEXO III - MAMONA - IAC GUARANÍ

Obtenida por cruzamiento entre el cultivar Campinas y el cultivar Preta, después de selección genealógica. En las evaluaciones regionales de líneas y cultivares, destaco la línea 70/64 por su productividad y adaptabilidad, siendo lanzada con la denominación de Guaraní.



Características

- Ciclo: 180 días.
- Espaciamiento: 1,00 m x 1,00 m.
- Gasto de semillas: 8 a 10 kg/ha.
- Porte: 1,80 m a 2,00 m.
- Fruto: indehiscente con espinas.
- Productividad media: 1.500 a 2.800 kg/ha.
- Reacción a las enfermedades: Fusariosis y moho ceniciento (Susceptible), Bacteriosis (Muy Susceptible).
- Cosecha: única (manual o mecánica).
- Contenido de aceite: 47 %.

Ventajas

Reúne la rusticidad del cultivar Campinas con la adaptabilidad del cultivar Preta, material local (Estado de Sao Paulo - Brasil) muy diseminado en las principales regiones de producción del país. El cultivar Guaraní es recomendado para establecimientos con más de 100 ha por tener sus frutos indehiscentes, proporcionando una cosecha única. Es posible en estos casos realizar la cosecha de forma mecanizada.

RECOMENDACIONES DEL IAC PARA EL CULTIVO DE RICINO EN BRASIL

Época de siembra

El período óptimo de siembra está comprendido entre los meses de octubre a noviembre en el Estado de Sao Paulo.

Espaciamiento

Para cultivares de porte alto el espaciamiento es de 2,50 m a 3,00 m entre líneas y 1,00 m entre plantas. Gasto de semillas de 4 kg/ha.

Para GUARANÍ el espaciamiento es de 1,00 m x 1,00 m o 1,50 m x 0,50 m. Gasto de semillas de 8 a 10 kg/ha.

La semilla debe ser depositada a una profundidad de 5 cm, sembrando dos semillas en el caso de cultivares de porte alto y realizando un raleo posterior para dejar un único individuo.

Sistema de producción consorciado

Se recomienda la siembra de cultivares de porte alto de ricino en filas dobles consorciadas con cultivos de ciclo corto. El espaciamiento para el ricino es de 1,00 m x 1,00 m dejando de 3 a 4 m entre las filas dobles de los cultivos intercalados. Esta técnica posibilita el aprovechamiento racional del suelo optimizando el retorno económico por unidad de área.

Encalado y Abonado

El ricino es una planta exigente en fertilidad de suelo. Evitar suelos compactados y/o suelos ácidos. El calcáreo dolomítico debe ser aplicado 90 días antes de la siembra, para elevar el índice de saturación de bases a 60% y el contenido de magnesio a un mínimo de 5 mmol/dm³. De acuerdo con el análisis químico del suelo; aplicar 15 kg/ha de N; 40 a 80 kg/ha de P₂O₅; 20 a 40 kg/ha de K₂O, en la siembra. Se recomienda la aplicación de fórmulas de fertilizantes que contengan B y Zn. El abonado en cobertura es de 30 a 60 kg/ha de N aplicado a los 40 días de la germinación.

Control de plagas y enfermedades

La fusariosis, bacteriosis de las hojas y el moho-ceniciento deben ser controlados con rotaciones de cultivos y erradicación y quema de plantas. El moho-ceniciento ocurre en las inflorescencias y frutos y provoca el efecto llamado “grano chocho” de las semillas. Puede disminuir su incidencia cuando se adoptan espaciamientos más largos en años y/o zonas de pluviosidad elevada, puede también ser controlado con iprodione. En regiones en que predominan la soja y el frijol nos encontraremos chinche verde (*Nezara Viridula*) en altas infestaciones. El ricino no debe de ser plantado por más de dos años en una misma parcela, debiendo promocionar la rotación del cultivo con maíz, sorgo, cacahuets y forrajes verdes por ejemplo.

Cosecha

Se cosecha en una única operación, recolectando los racimos secos en el final del ciclo vegetativo de la planta. El descascarado mecánico es obligatorio, usando máquinas cuyo mecanismo es la fricción de los frutos.