



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

“INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ (*Oryza sativa*), MAÍZ (*Zea mays*) Y SORGO (*Sorghum vulgare*) SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

CARMEN OLIMPIA ROMERO MINDA

LA LIBERTAD - ECUADOR

2010

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

“INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ (*Oryza sativa*), MAÍZ (*Zea mays*) Y SORGO (*Sorghum vulgare*) SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

CARMEN OLIMPIA ROMERO MINDA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2010

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PRESIDENTE TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Andrés Drouet Candell

DIRECTOR DE ESCUELA
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Bgo. Javier Soto Valenzuela

PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Néstor Orrala Borbor

TUTOR
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Abg. Milton Zambrano Coronado

SECRETARIO GENERAL-PROCURADOR
SECRETARIO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios.

Por llegar hasta este objetivo y tener salud, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres.

Carlos (+) y Graciela, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, valores, motivación constante; pero más que nada, por su amor.

A mi esposo Victor, mis hijos Karen, Shywlin y Carlos Veintimilla Romero.

Por su apoyo, cariño, respeto y colaboración, durante todo este proceso. Por compartir las alegrías, penas y siempre tener palabras de aliento. Porque juntos la alegría aumenta y la tristeza disminuye significativamente.

Carmen Olimpia Romero Minda

AGRADECIMIENTO

Porque los bienes materiales se consiguen con trabajo, los triunfos se logran en el combate y todas las glorias se alcanzan con la lucha; si queremos recibir lo mejor de la vida, necesariamente tenemos que dar lo mejor de nosotros. Por ello es grato expresar un profundo agradecimiento a la “Universidad Estatal Península de Santa Elena”, al acogernos en su seno y ser fuente de orientación positiva de formación de profesionales que contribuyen al desarrollo agropecuario del país. De igual manera al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Boliche, por haber permitido realizar este trabajo.

Un agradecimiento especial a:

Ing. Agr. Jimmy Candell S. Rector de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Ing. Agr. Néstor Orrala, Director de la Unidad de Producción e Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias. Tutor del presente proyecto.

Ing. Carlos Cortez, Director de la Estación Experimental INIAP Boliche.

Msc. Ing. Roberto Celi Investigador del Departamento Nacional de Arroz de la Estación Experimental INIAP Boliche y Director del proyecto.

Personal Técnico, Secretarias, Jornaleros y demás personal que conforman la Estación Experimental INIAP-Boliche

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	General.....	2
1.3.2	Específicos.....	2

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Alelopatía.....	4
2.1.1	Concepto.....	4
2.1.2	Historia de la alelopatía.....	4
2.1.3	La alelopatía en la agricultura.....	5
2.1.4	Caracteres alelopáticos.....	7
2.1.5	Biosíntesis de los agentes alelopáticos.....	8
2.1.6	Naturaleza de las sustancias alelopáticas.....	9
2.1.7	Modo de liberación de los agentes alelopáticos.....	10
2.1.7.1	Volatilización.....	11
2.1.7.2	Lixiviación.....	12
2.1.7.3	Exudados radiculares.....	13
2.2	Residuos vegetales y los efectos alelopáticos.....	15
2.3	La cero labranza y la alelopatía.....	17

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Localidad del estudio.....	19
-----	----------------------------	----

3.2	Materiales y equipos.....	19
3.2.1	Equipos.....	19
3.2.2	Materiales.....	20
3.2.3	Suministros.....	20
3.3	Material biológico.....	20
3.4	Tratamientos y diseño experimental.....	21
3.4.1	En el laboratorio.....	21
3.4.2	En el invernadero.....	22
3.4.3	En el campo.....	27
3.5	Manejo del experimento.....	32
3.5.1	Laboratorio.....	32
3.5.1.1	Extracción de aleloquímico.....	32
3.5.1.2	Siembra.....	32
3.5.1.3	Riego.....	33
3.5.2	Invernadero.....	33
3.5.2.1	Liberación de aleloquímico.....	33
3.5.2.2	Siembra.....	33
3.5.2.3	Riego.....	34
3.5.3	Campo.....	34
3.5.3.1	Riego.....	34
3.5.3.2	Cosecha.....	34
3.6	Variable experimentales.....	34
3.6.1	Laboratorio.....	34
3.6.1.1	Porcentaje de germinación de semilla.....	34
3.6.1.2	Longitud de raíz.....	35

3.6.1.3	Tiempo de vida.....	35
3.6.2	Invernadero.....	35
3.6.2.1	Altura de planta.....	35
3.6.2.2	Número de malezas germinadas.....	35
3.6.2.3	Largo total de raíz.....	35
3.6.2.4	Peso total de las plantas.....	35
3.6.3	Campo.....	36
3.6.3.1	Presencia de malezas.....	36
3.6.3.2	Altura de plantas.....	36
3.6.3.3	Número de vainas.....	36
3.6.3.4	Número de semillas.....	36
3.6.3.5	Peso de cien semillas.....	36

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados.....	37
4.1.1	En el laboratorio.....	37
4.1.1.2	Germinación.....	37
4.1.1.2	Longitud de raíz a los cinco días.....	38
4.1.1.3	Longitud de raíz a los siete días.....	38
4.1.1.4	Longitud de raíz a los nueve días.....	39
4.1.1.5	Longitud de raíz a los once días.....	39
4.1.1.6	Semillas muertas.....	39
4.1.2	Invernadero.....	42
4.1.2.1	Altura de planta a los siete días.....	42
4.1.2.2	Altura de planta a los nueve días.....	44
4.1.2.3	Altura de planta a los once días.....	46

4.1.2.4	Altura de planta a los catorce días.....	48
4.1.2.5	Altura de planta a los dieciséis días.....	50
4.1.2.6	Altura de planta a los dieciocho días.....	52
4.1.2.7	Longitud de raíz.....	54
4.1.2.8	Peso fresco de las plantas.....	55
4.1.2.9	Peso seco de las planta.....	60
4.1.2.10	Número de malezas germinadas.....	60
4.1.3	Campo.....	65
4.1.3.1	Altura de planta a los 39 y 110 días.....	65
4.1.3.2	Número de vainas.....	66
4.1.3.3	Número de semillas.....	67
4.1.3.4	Peso de cien semillas.....	68
4.1.3.5	Presencia de malezas.....	69
4.1.3.6	Rendimiento por parcela.....	71
5	DISCUSIÓN.....	
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	Conclusiones.....	74
	Recomendaciones.....	74
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro	1. Potencial alelopático de componentes volátiles.....	12
Cuadro	2. Potencial alelopático de lixiviados.....	13
Cuadro	3. Potencial alelopático de algunos exudados.....	14
Cuadro	4. Potencial alelopático de los residuos en descomposición.....	16
Cuadro	5. Principales aleloquímicos de cereales.....	17
Cuadro	6. Tratamientos en el laboratorio del material donante arroz.....	21
Cuadro	7. Análisis de varianza para laboratorio.....	22
Cuadro	8. Tratamientos en el invernadero utilizando cultivos; forma de aplicación incorporado al suelo.....	23
Cuadro	9. Tratamientos en el invernadero utilizando cultivos, forma de aplicación en superficie.....	24
Cuadro	10. Tratamientos en el invernadero utilizando malezas, forma de aplicación incorporada	25
Cuadro	11. Tratamientos en el invernadero utilizando malezas, forma de aplicación superficie.....	26
Cuadro	12. Análisis de varianza para invernadero.....	27
Cuadro	13. Tratamientos en el campo.....	28
Cuadro	14. Análisis de varianza para campo.....	28
Cuadro	15. Promedio de germinación de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5 y 10 %.....	37

Cuadro	16.	Promedio de largo de raíz a los cinco días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%.....	40
Cuadro	17.	Promedio de largo de raíz a los siete días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%.....	40
Cuadro	18.	Promedio de largo (cm) de raíz a los nueve días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%.....	41
Cuadro	19.	Promedio de largo (cm) de raíz a los once días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%.....	41
Cuadro	20.	Promedio de semillas muertas de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%.....	42
Cuadro	21.	Promedio de altura de 4 cultivos (cm) a los 7 días soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	43
Cuadro	22.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 7 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy), <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E), e <i>Ipomea spp</i> ,(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	44
Cuadro	23.	Promedio de altura(cm) de 4 cultivos a los 9 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	45

Cuadro 24.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 9 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp.</i> (Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	46
Cuadro 25.	Promedio de altura (cm) de 4 cultivos a los 11 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	47
Cuadro 26.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 11 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp.</i> (Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	48
Cuadro 27.	Promedio de altura (cm) de 4 cultivos a los 14 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	49
Cuadro 28.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 14 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp.</i> (Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	50
Cuadro 29.	Promedio de altura (cm) de cultivos a los 16 días: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.....	51

Cuadro 30.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 16 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E), e <i>Ipomea spp</i> .(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	52
Cuadro 31.	Promedio de altura (cm) de cultivos a los 18 días: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.....	53
Cuadro 32.	Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 18 días <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp</i> .(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	54
Cuadro 33.	Promedio de largo (cm) de raíz de cultivos: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A) sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	56
Cuadro 34.	Promedio de largo (cm) de raíz de malezas <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp</i> .(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	57
Cuadro 35.	Promedio de peso fresco (gr) de cultivos: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); Sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.....	58

Cuadro 36.	Promedio de peso fresco (gr) de malezas <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E), e <i>Ipomea spp</i> ,(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	59
Cuadro 37.	Promedio de peso seco (gr) de cultivos: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.....	61
Cuadro 38.	Promedio de peso seco (gr) de malezas <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp</i> ,(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	62
Cuadro 39.	Promedio de malezas germinadas en cultivos de soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.....	63
Cuadro 40.	Promedio de malezas germinadas en malezas <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f.(R), <i>Cyperus rotundus</i> L (Cy). <i>Euphorbia heterophylla</i> L (E)., e <i>Ipomea spp</i> ,(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.....	64
Cuadro 41.	Promedio de altura (cm) de plantas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	65

Cuadro 42.	Promedio de número de vainas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	66
Cuadro 43.	Promedio de semillas por plantas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	67
Cuadro 44.	Promedio de peso (gr) a las 100 semillas de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	68
Cuadro 45.	Número de malezas germinadas en los diferentes tratamientos en el cultivo de soya del ensayo "INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	70
Cuadro 46.	Promedio de rendimiento (kg) de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

			Pág
Figura	1	Inducción de compuestos aleloquímicos por estreses ambientales	11
Figura	2	Distribución de las unidades experimentales en el laboratorio.....	29
Figura	3	Distribución de las unidades experimentales en el invernadero....	30
Figura	4	Distribución de los tratamientos en el campo.....	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Durante un año agrícola normal en nuestro país se cultivan más de 580 000 ha con especies de ciclo corto como arroz, maíz y soya principalmente. Como resultado de la cosecha, se genera un elevado volumen de residuos vegetales los cuales son eliminados en la mayoría de los casos mediante la quema y pastoreo, con el propósito de facilitar las labores agrícolas del siguiente cultivo; con esto se desaprovecha esta valiosa fuente de materia orgánica y fuente de productos alelopáticos.

Por otra parte, el uso de agroquímicos ha permitido aumentar notablemente los rendimientos y rentabilidad de los cultivos; pero, el uso constante de éstos puede alterar el medio biológico existente en el suelo, además de encarecer la producción. Es por eso, que diversos científicos buscando alternativas que originen ventajas económicas y ambientales, han encontrado en la alelopatía un tipo de solución.

La alelopatía es un método promisorio de combate de plantas dañinas en los cultivos, aunque hasta hace poco muy limitado. La práctica de mantener los cultivos limpios (control cosmético) no es posible, ni deseable, por los efectos negativos sobre la micro fauna del suelo, la sanidad de las plantas y la erosión.

Para la agricultura moderna, resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable, es decir, una agricultura no contaminante y basada en recursos naturales renovables.

La alelopatía puede generarse y actuar por exudación de compuestos provenientes de raíces vivas, hojas, frutas o por infiltración de compuestos químicos provenientes de la descomposición de los vegetales. Es un hecho conocido que

sustancias alelopáticas son inducidas por estrés ambiental. A la vez constituye un excelente ejemplo de equilibrio químico-ecológico, en el cual los organismos tienden a responder favorablemente o regularmente entre sí, produciendo atractivos químicos estimuladores o inhibidores (PAZMIÑO A. 1999, en línea).

1.2 JUSTIFICACIÓN

El estudio permitirá conocer las propiedades, características y potencial alelopático de plantas cultivadas sobre especies nocivas comunes en los cultivos anuales, favorecer un mejor aprovechamiento de los restos vegetales, evitar su quema y contribuir a la disminución de las cantidades de herbicidas aplicados en los cultivos. Pretende además, disminuir los costos de producción, a los productores agrícolas trabajar en un entorno ambiental más saludable y ofrecer a los consumidores productos libres de contaminantes químicos.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 General:

- Verificar la influencia de residuos vegetales de arroz, maíz y sorgo sobre el desarrollo de especies cultivadas y silvestres.

1.3.2 Específicos:

1. Determinar cualidades alelopáticas de arroz, maíz y sorgo.
2. Determinar efectos aleloquímicos sobre cultivos de arroz, fréjol, maní, soya y sobre malezas *Euphorbia heterophylla* L, lechosa; *Rottboellia cochinchinensis* L.f., caminadora; *Cyperus rotundus* L, coquito; *Ipomoea spp* L., campana morada.

3. Determinar interacción con herbicidas sintéticos aplicados en dosis menores y sus efectos sobre el control de plantas dañinas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ALELOPATÍA

2.1.1 CONCEPTO

DANA ED. (2003, en línea) manifiesta que la alelopatía es la producción de sustancias tóxicas por ciertas plantas y la consiguiente inhibición o interferencia de la germinación, crecimiento o desarrollo en plantas próximas. Los mecanismos de alelopatía pueden incluirse en lo que se ha denominado también competencia extrínseca y van dirigidos a reducir las posibilidades de que el competidor explote el recurso; estas interacciones implican una interferencia directa en la obtención del recurso o menguar la capacidad del competidor en usar el recurso.

Según SAMPIETRO DA. (2003, en línea), el término alelopatía (del griego *allelon* = uno al otro, y *pathos* = sufrir; efecto injurioso de uno sobre otro) lo utilizó por primera vez MOLISCH (1937) para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son, ya sea directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra.

2.1.2 HISTORIA DE LA ALELOPATÍA.

SAMPIETRO DA. (2003, en línea) manifiesta que Plinio (Plinius Secundus, 1 A.D.) estableció que la sombra del nogal (*Juglans regia*) es densa y aún causa dolor de cabeza en el hombre y daño a cualquier cosa plantada en su vecindad; el pino también mata pastos. La percepción de Plinio de la liberación de sustancias por las plantas es clara cuando escribe que “la naturaleza de algunas plantas a pesar de no ser exactamente mortal es nociva debido a sus mezclas de fragancias o a sus jugos por ejemplo, el rábano y el laurel son dañinos para la vid”; puede inferirse que la vid posee un sentido del olfato y es afectada por las fragancias en un grado prodigioso. Plinio sostuvo además que el cytisis y la planta llamada

Halimón por los griegos matan árboles. Él afirma más tarde que, la mejor manera para matar el helecho (*Pteridium aquilinum*) es romper a golpes el tallo con un palo cuando está en gemación ya que el jugo que se desliza hacia abajo por el helecho, mata por sí mismo las raíces.

2.1.3 LA ALELOPATÍA EN LA AGRICULTURA.

GLIESSMAN RS.(1989) manifiesta que en las últimas décadas la producción agrícola ha dependido de un amplio conjunto de productos agroquímicos creados para controlar un complejo sistema de plagas integrado por malezas, insectos y organismos patógenos. El uso de estos compuestos químicos son frecuentemente evaluados desde el punto de vista de su eficacia en el control de plagas y enfermedades, con la finalidad de aumentar o sostener los rendimientos de cosecha. Sin embargo, en los últimos años, las evidencias acumuladas están demostrando que el uso a largo plazo e intenso de estos químicos, amenaza la capacidad de mantener la producción de la agricultura en el futuro próximo. Sumado a lo anterior, el uso inadecuado y excesivo de agroquímicos está asociado con los problemas siguientes:

- Contaminación de fuentes de agua
- Desarrollo de resistencia de los organismos a los plaguicidas
- Desarrollo de plagas secundarias
- Contaminación por residuos en los alimentos
- Problemas de salud en los agricultores que realizan las aplicaciones
- Aumento en el costo de producción de los cultivos
- Contaminación en general del ambiente

Indica también este autor que, la conciencia creciente de estos problemas ha estimulado la búsqueda de maneras para reducir o eliminar el uso de agroquímicos sintéticos. Esto ha originado que recientemente se centre la atención en la alelopatía, especialmente donde los impactos de los aleloquímicos son positivos y

han contribuido al desarrollo de estrategias alternativas de control de plagas y enfermedades. Estas estrategias se han categorizado como:

- Prevención de impactos negativos
- Explotación de impactos positivos
- Manejo y desarrollo de plantas alelopáticas para suprimir malezas
- Desarrollo de aleloquímicos como reguladores de crecimiento con herbicidas
- Combinaciones de los enfoques anteriores

El reemplazo de los costosos y dañinos agroquímicos sintéticos es seguramente una meta de la agricultura sostenible; por lo que, para que la alelopatía pueda funcionar como una herramienta efectiva en el desarrollo de los agro ecosistemas debe evaluarse en un contexto más amplio de la sostenibilidad agrícola.

GUTIÉRREZ *et al.* (1983), citados por LOPEZ-COLLADO J. y ALEMAN J (2007, en línea), consideran a las malezas como las plantas que invaden los cultivos. Son plantas que característicamente se desarrollan espontáneamente en un hábitat que ha sido fuertemente modificado por la acción del hombre. Generalmente cuando se presentan en un cultivo en un número inconveniente difícil de controlar y que rebasa el umbral de tolerancia, se les considera entonces como malezas o malas hierbas. Sin embargo, no se puede negar que también pueden ser útiles como medicina, forraje, abono verde, cobertera del suelo y como constituyente de un ecosistema que tiene como función formar parte de la cadena alimenticia.

AN M., PRATLEY J. y HAIG T. (2000, en línea) describen cómo este fenómeno afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas que son expuestas a aleloquímicos. Los efectos reales son visibles en porcentaje de germinación inhibida o retrasada, semillas necrosadas, raíz y tallo reducido, necrosis en las extremidades de las raíces, pérdida de pelos radiculares, reducción de la

acumulación de masa seca y una capacidad reproductiva reducida, entre otros daños.

Para RICE (1974), PATTERSON (1981) y OHDAN, *et al.* (1995), citados por PUENTE ISIDRÓN M. (1996), este fenómeno puede manifestar sus efectos a través de la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas vecinas, evitando la acción de insectos y animales comedores de hojas, los efectos dañinos de hongos, bacterias, virus y hasta la inhibición de la propia germinación de la semilla.

WHITTAKER (1971) y DE LA CRUZ R. (1998) plantean que en los tejidos vegetales hay ciertas sustancias que constituyen un sistema de defensa. Estas sustancias llamadas "aleloquímicos - alomónicos", son compuestos moleculares que actúan como señales o como mensajeros de disuasión produciendo efectos repulsivos, antialimentarios, tóxicos, alteradores de la fisiología.

PERRY (1995) y ANAYA (1998), citados por PUENTE ISIDRÓN M. (1996), afirman que el efecto alelopático de las plantas se manifiesta de diversas maneras; por ejemplo en diversos organelos y procesos celulares como:

- Mitocondrias
- Cloroplastos
- Meristemos primarios
- Membrana plasmática
- Cinética enzimática
- Síntesis de proteínas o estructura cromosómica

2.1.4 CARACTERES ALELOPÁTICOS

Para MINOTTI PL. y SWEET RD. (1981, en línea), los caracteres alelopáticos, son características morfológicas tales como rápida emergencia y vigor de las plántulas, rápida tasa de crecimiento que produce un denso dosel foliar, mayor altura de las plantas, mayor volumen de raíces y mayor duración del crecimiento,

que aumentan la capacidad de los cultivares para competir con las malezas. La altura de las plantas es a menudo descrita como uno de los factores más importantes en el total de la habilidad competitiva de un cultivo y cuenta por un porcentaje similar de la habilidad competitiva total. Sin embargo, no está claro si todas esas características están también relacionadas con la alelopatía.

Para medir los efectos alelopáticos si no hay una característica específica, las características más visibles de la planta como la altura, la longitud de las raíces y el peso seco de las plantas testigo pueden ser usadas como parámetros medibles para evaluar el potencial alelopático. De igual forma para obtener nuevas variedades alelopáticas, el primer requerimiento es identificar muestras o cultivares alelopáticos. Para identificar cultivares alelopáticos, hay que establecer un método efectivo de selección que pueda probar grandes cantidades de materiales en un espacio limitado en forma simple, económica, repetible y rápida (FAO 2007, en línea).

2.1.5 BIOSÍNTESIS DE LOS AGENTES ALELOPÁTICOS

Para SAMPIETRO DA.(2003, en línea), los agentes alelopáticos son producto de la vía metabólica del shikímico fenoles simples, el ácido benzoico y sus derivados, el ácido cinámico y sus derivados, cumarinas, sulfuros, glicósidos, alcaloides, cianhidrinas, algunos de los derivados de quinonas y taninos hidrolizables y condensados. Existen también compuestos (p. ej. los flavonoides) en cuya síntesis participan metabolitos de dos rutas. Como es previsible, las concentraciones de estos compuestos en los tejidos varían según el ritmo de biosíntesis, almacenamiento y degradación. También son afectados por los balances internos de reguladores de crecimiento vegetal y otros factores bióticos y abióticos. Es importante tener presente que no siempre los detalles de la biosíntesis de estos compuestos son conocidos.

El mismo autor añade que la mayoría de los agentes alelopáticos son metabolitos secundarios derivados de las rutas del acetato-mevalonato o del ácido shikímico. Proviene de la ruta metabólica del acetato-mevalonato terpenos, esteroides, ácidos orgánicos solubles en agua, alcoholes de cadena lineal, aldehídos alifáticos, cetonas, ácidos grasos insaturados simples, ácidos grasos de cadena larga, poliacetilenos, naftoquinonas, antroquinonas, quinonas complejas y floroglucino.

2.1.6 NATURALEZA DE LAS SUSTANCIAS ALELOPÁTICAS

RICE (1984), citado por AN M., PRATLEY J. y HAIG T. (2000, en línea), plantean que la química que imponen las influencias alelopáticas se han llamado aleloquímicos. Estos pueden ser ampliamente clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, los cuales son generalmente agrupados por su composición (alcaloides, fenoles, flavonoides, terpenoides, glucosinolatos) y no juegan ningún papel en el metabolismo primario, proceso esencial para la supervivencia de la planta y son producidos como consecuencia de los caminos al metabolismo primario e incluyen cientos de componentes moleculares de bajo peso. Decenas de miles de sustancias secundarias son conocidas hoy, solo un número limitado ha sido implicado como aleloquímico.

PUTNAM (1985), citado por PUENTE ISIDRÓN M. (1996), muestra algunos de estos aleloquímicos:

- Ácidos orgánicos simples solubles en agua
- Ácidos grasos de cadenas largas.
- Antroquininas y quinonas simples.
- Cumarinas.
- Acido benzoico y sus derivados.
- Acido ciannamídico y sus derivados.
- Acido cianhídrico y sus derivados.
- Alcoholes.
- Aldehídos alifáticos.

- Taninos hidrolizables.
- Terpenoides y esteroides
- Fenoles simples.
- Flavonoides.
- Ketonas.
- Lactonas simples saturadas.
- Purinas y nucleósidos.
- Aminoácidos y polipéptidos.
- Misceláneas.

2.1.7 MODO DE LIBERACIÓN DE LOS AGENTES ALELOPÁTICOS

BALLESTER A. y VIEITEZ AM. (2007, en línea) manifiestan que una variedad de agentes alelopáticos son sintetizados y almacenados en diferentes células de la planta ya sea en forma libre o conjugada con otras moléculas y son liberados en el entorno en respuesta a diferentes estreses bióticos y abióticos (figura 1). Muy poco se sabe sobre la liberación de aleloquímicos de tejido vivo, incluyendo los modos de regulación o influencia ambiental sobre esos procesos. Por ejemplo, ensayos con sorgo, mostraron que al exponer semillas del mismo a radiaciones gamma, las plantas exudaban por sus raíces mayor cantidad de agentes alelopáticos que plantas provenientes de simiente no sometida a dicho tratamiento.

Por otra parte, indican que es una interrogante sin respuesta, si los aleloquímicos son liberados en forma activa o a través de un escape pasivo. Existen sustancias exudadas por las raíces de ciertas plantas que no pueden aislarse de los tejidos radiculares de éstas.

Según SAMPIETRO DA. (2003, en línea), en sorgo las p-benzoquinonas, conocidas como sorgoleone, son exudadas en forma abundante por la raíz. Sin embargo, no han sido encontradas en los tejidos radiculares.

También manifiesta que, de todas maneras, se puede afirmar que el modo de liberación de un agente alelopático, depende de su naturaleza química. Las plantas superiores liberan regularmente compuestos orgánicos por volatilización de sus superficies, y a través de lixiviados de hojas y exudados de raíces. Eventualmente, los constituyentes químicos de todos los organismos, son liberados al entorno a través de procesos de descomposición, incorporándose a la matriz del suelo. Por tanto existen 3 vías principales de liberación al entorno de los aleloquímicos.

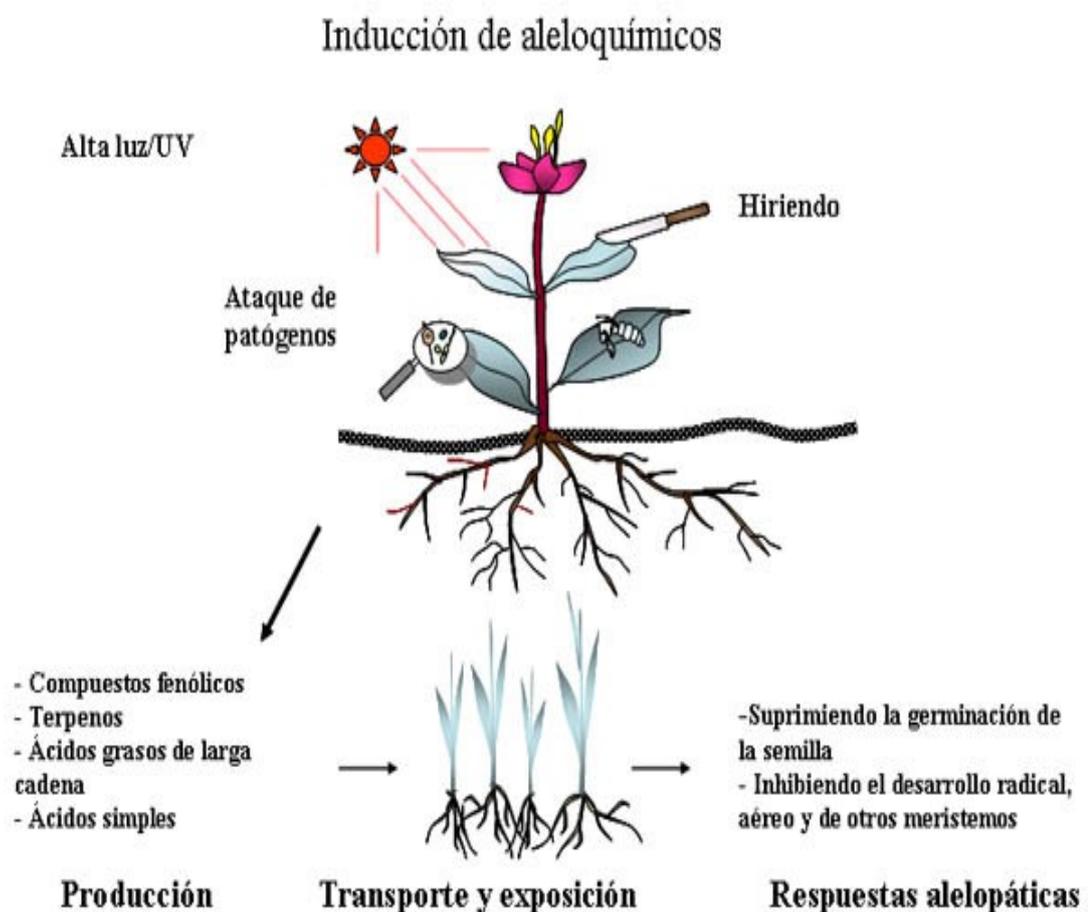


Figura 1. Inducción de compuestos aleloquímicos por estreses ambientales

Fuente: (www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0f.htm)

2.1.7.1 Volatilización

SAMPIETRO DA.(2003, en línea) dice que la liberación de agentes alelopáticos por volatilización está frecuentemente confinada a plantas que producen

terpenoides. Los géneros que comúnmente liberan compuestos volátiles incluyen *Artemisia*, *Salvia*, *Parthenium*, *Eucalyptus* y *Brassica* (cuadro 1). Estas sustancias han demostrado también actividad insecticida y como disuasivos alimenticios. La toxicidad de los compuestos volátiles es prolongada, debido a su adsorción a las partículas del suelo, lo cual les permite permanecer varios meses en él. En ecosistemas de desierto y mediterráneos, la liberación de compuestos alelopáticos a través de volatilización es frecuentemente observada, debido al predominio de altas temperaturas, e influencia la distribución de las especies vegetales.

Cuadro 1. Potencial alelopático de compuestos volátiles.

Nombre de la planta	Efecto inhibitorio sobre la planta blanco	Naturaleza química del compuesto volátil
<i>Salvia reflexa</i>	Germinación de semillas y crecimiento de plántulas.	Monoterpenos, a-pineno, b-pineno, cineol.
<i>Brassica juncea</i> <i>Brassica napus</i>	Germinación de lechuga y trigo.	No determinada.
<i>Amaranthus palmeri</i>	Germinación de tomate, Cebolla y zanahoria.	2-Octanona, 2-nananona, 2-heptanona
<i>Eucalyptus globulus</i>	Germinación y crecimiento de plantas de cultivo	Variedad de terpenos
<i>Artemisia princeps var orientalis</i>	Es autotóxica e inhibitoria del desarrollo de callos de lechuga.	No determinada

Fuente: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pastura/postura. Citado por Pazmiño (1999, en línea)

2.1.7.2 Lixiviación

Según PAZMIÑO A. (1999, en línea), la lixiviación es la remoción de sustancias presentes en la planta por efecto de la lluvia, nieve, niebla o rocío. El grado de

lixiviabilidad depende del tipo de tejido vegetal, la edad de la planta y la cantidad y naturaleza de la precipitación. De esta manera se liberan una gran variedad de agentes alelopáticos de diferente naturaleza tales como compuestos fenólicos, terpenos y alcaloides. Se ha determinado la toxicidad de muchos lixiviados de semillas y hojas sobre plantas silvestres y cultivadas, (cuadro 2).

Cuadro 2. Potencial alelopático de lixiviados

Nombre de la planta	Efecto inhibitorio sobre la especie blanco	Naturaleza química
<i>Datura stramonium</i>	Crecimiento de trigo y soja.	Escopolamina, hyoscyamina.
<i>Brassica rapa (L.)</i>	Crecimiento de cebada, centeno y rabanito	No determinado.
<i>Brassica napus</i>	Germinación de soja	Alilisotiocianato
<i>Artemisia spp.</i>	Crecimiento de cebada, lechuga crisantemo.	No determinado
<i>Eucalyptus globulus</i>	Crecimiento de plantas de cultivo.	No determinado.
<i>Calamintha ashei</i>	Germinación y crecimiento de <i>Rudberkia hirta</i> y <i>Leptochloa dubia</i>	Evodona y desacetil calaminthona.

Fuente: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pastura/postura. Citado por Pazmiño (1999, en línea)

2.1.7.3 Exudados radiculares

Para ROVIRA (1969), citado por PAZMIÑO A. (1999, en línea), la reducción en rendimiento observada en algunos cultivos en varios casos se ha atribuido a

toxinas liberadas por otros y malezas adyacentes. Se conocen sustancias exudadas por las raíces que reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación (cuadro 3). Los exudados radiculares comprenden únicamente entre el 2 y 12 % del total de fotosintatos de la planta. La mayoría de los agentes alelopáticos conocidos son exudados radiculares. Factores tales como la edad del vegetal, nutrición, luz y humedad influyen cuali y cuantitativamente en la liberación de sustancias por las raíces.

Cuadro 3. Potencial alelopático de algunos exudados de raíces

Nombre de la planta	Efecto inhibitorio sobre la especie blanco	Naturaleza química
<i>Elytrigia repens</i>	Crecimiento de raíces, materia seca, nodulación y fijación de nitrógeno.	No determinada.
<i>Chenopodium murale</i>	Longitud de vástago y espiga y peso seco en trigo	No determinada
<i>Avena spp.</i>	Crecimiento de raíz y brote y longitud de espiga en trigo.	Escopoletina y ácido vainílico.
<i>Biden pilosa</i>	Área foliar, crecimiento y material seco en maíz, sorgo y lechuga.	No determinada.
<i>Celosia argentea L.</i>	Nodulación en <i>Cajanus cajan</i> y <i>Vigna aconitifolia</i> .	No determinada.
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Crecimiento y nodulación de poroto.	No determinada.
<i>Lycopersicum esculentum</i>	Crecimiento de lechuga y berenjena.	No determinada.

Fuente: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pastura/postura. Citado por Pazmiño (1999, en línea)

2.2 RESIDUOS VEGETALES Y LOS EFECTOS ALELOPÁTICOS

Para PAZMIÑO A. (1999, en línea), las grandes cantidades de sustancias con características inhibitorias son liberadas al medio como resultado de la descomposición microbiológica que sufren los residuos vegetales en el suelo.

SAMPIETRO DA. (2003, en línea) señala que los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos. Los factores que influyen este proceso incluyen la naturaleza del residuo, el tipo de suelo y las condiciones de descomposición. Eventualmente las sustancias alelopáticas liberadas por los residuos vegetales en el suelo entran en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo ejerciendo su acción, (cuadro 4). Los compuestos liberados por la planta al suelo sufren frecuentemente transformaciones realizadas por la microflora del mismo, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores. Investigaciones utilizando extractos acuosos vegetales han demostrado que los inhibidores solubles en agua presentes en la planta de cultivo pueden ser rápidamente liberados durante el proceso de descomposición.

RICE EL. (1984) asegura que la toxicidad originada en los residuos de plantas proporciona algunos problemas y oportunidades importantes para agrónomos e investigadores. Por ejemplo, prácticas agrícolas como la siembra directa sobre rastrojos destinados a una mejor conservación de agua y suelo no son aconsejables para ciertas combinaciones de cultivos por los efectos nocivos de las toxinas liberadas de los residuos en descomposición sobre la emergencia, crecimiento y productividad del cultivo siguiente. Por otro lado, también los residuos pueden afectar de igual manera a ciertas malezas.

Algunas especies de malezas, luego de descompuestas en el suelo, han demostrado toxicidad hacia otras especies: *Setaria faberii Herm* (pega-pega), *Sorghum halepense (L) Pers.* (Maicillo), *Aristida sp* (coiron), *Bromus sp* (pasto

del perro) y *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (pata de gallina)(PAZMIÑO A. 1999, en línea).

Los residuos de cultivos y malezas incorporados al suelo, pueden ser degradados por acción de microorganismos bajo distintas concentraciones de oxígeno. Bajo estas disímiles condiciones las sustancias generadas no son las mismas, variando consecuentemente el efecto inhibitorio de la especie vegetal en estudio. La mayor cantidad de sustancias con características aleloquímicas se ha encontrado cuando el proceso degradativo ocurre en baja concentración de oxígeno (cuadro 5) (PAZMIÑO A. 1999, en línea).

Cuadro 4. Potencial alelopático de los residuos en descomposición.

Nombre de la planta	Efecto inhibitorio sobre la especie blanco	Naturaleza química
<i>Agropyron repens</i> <i>Parthenium hysterophorus</i>	Crecimiento de plantines de alfalfa, maíz y soja. Germinación de semillas de Brassica napus.	Ácido 5-hidroxi indol, 3-acético. Partenina, coronopilina y ácidos cafeico, p-cumárico, clorogénico, cumárico, hidroxibenzoico y vainílicico.
<i>Sorghum halepense</i> L.	Germinación y crecimiento de girasol, tomate y rabanito.	Ácidos clorogénico, cumárico, hidroxibenzoico y vainílicico.
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Rendimiento de tomate, arroz, repollo, pepino, zanahoria, soja y algodón.	Polifenoles y sesquiterpenos.
<i>Cyperus esculentus</i>	Germinación y crecimiento de remolacha, lechuga, soja tomate, maíz, y tabaco.	Ácidos ferúlico, hidroxibenzoico, siríngico y vainílicico.
<i>Chenopodium album</i> <i>Y C. murale</i>	Germinación y crecimiento de trigo, centeno, maíz, soja. Incorporación de nutrientes en maíz, soja y tomate	No determinada.

Fuente: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pastura/postura citado por Sampietro DA. (2003, en línea)

Cuadro 5. Principales aleloquímicos de cereales

Cultivo	Aleloquímico
Avena	Escopoletina
Cebada	Hordenina
Arroz	Ac. Fenólicos
Sorgo	Ac. Fenólicos
Centeno	Ac. Hidroxámicos (DIBOA)
Trigo	Ac. Fenólicos/ Ac. Hidroxámicos (DIMBOA)

Fuente: (www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0f.htm) citado por Pazmiño (1999, en línea)

2.3 LA CERO LABRANZA Y LA ALELOPATÍA

GAVILÁN (s.f.), citado por PAZMIÑO A. (1999, en línea), determinó que herbicidas de contacto como el Paraquat (Gramoxone) disminuye las poblaciones de algas verdes, bacterias, hongos y la capacidad nitrificadora del suelo.

Además, manifiesta que la Atrazina, herbicida sistémico residual, bastante usado en siembras de maíz, afecta la capacidad de respiración del suelo y las poblaciones de algas verdes; por consiguiente, es conveniente aplicar estos herbicidas cada dos años o en lapsos mayores.

CROVETTO C. (1984) dice que la práctica de alelopatía merece atención cuando se usa el sistema Cero Labranza en vez del cultivo tradicional. Los rastrojos acumulados después de la cosecha, al descomponerse generan una intensa actividad microbiológica, capaz de producir diferentes ácidos orgánicos. Entre estos ácidos se destaca el "ferúlico", el cual puede reaccionar con los ácidos orgánicos presentes en la germinación de semillas de malezas, formando un compuesto químico muy activo llamado estireno, el cual es fitotóxico. Con esta

forma biológica y de bajo costo se pueden controlar la gran mayoría de las malezas de hoja ancha como por ejemplo el bledo (*Chenopodium album*).

x x x x x

De acuerdo a la literatura consultada, la alelopatía es una excelente práctica para el control de plagas, conformadas por malezas, insectos y organismos patógenos que perjudican la producción y elevan los costos de la misma.

En la actualidad, la producción agropecuaria depende de una serie de productos agroquímicos, que ayudan en la producción y control de plagas y enfermedades; con la finalidad de aumentar o sostener los rendimientos de una cosecha. Pero el uso inadecuado y continuo de estos productos hace que la producción agropecuaria se vea amenazada en la capacidad de mantener sus niveles óptimos de producción en futuro próximo.

La alelopatía es una técnica, que permite preservar y mantener un ecosistema limpio de productos químicos que perjudican la salud del agricultor por su contacto directo, la de su familia y de los consumidores finales.

En ensayos realizados con productos agroquímicos, se ha demostrado que el excesivo uso de los mismos provoca no solo el control y muerte de las plagas a la que va dirigida, sino también de organismos que ayudan y favorecen el medio ambiente en el que se desarrollan, además de la persistencia de alguno de ellos, afectando la capacidad de respiración del suelo, la nitrificadora del mismo y la disminución de la población de microorganismos.

Es por esto que, a través de esta propuesta se pretende contribuir al control de malezas con residuos de cultivos de gran demanda en el país, como alternativa al control de las mismas, cuyo fin son las utilidades en cada cosecha.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Esta investigación se realizó entre los meses de enero a diciembre del año 2008, en la Estación Experimental Boliche, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en el km 26 de la carretera Durán - Tambo, parroquia Pedro J. Montero, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, a 17 msnm., 02° 15' de latitud sur y 79° 54' de longitud occidental; con precipitación promedio anual de 1342,0 mm y 81% de humedad relativa media anual y temperaturas promedio anual de 25.1 °C. Los suelos varían de franco arenoso a franco arcilloso, de origen aluvial, color grisáceo, estructura granular y perfil variable.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 EQUIPOS

- Balanza analítica portátil Metertoledo
- Probeta graduada 25 ml.
- Probeta graduada 250 ml.
- Cajas petri
- Maceteros
- Estufa de precisión
- Papel filtro
- Botellas de cristal ámbar
- Medidor ambiental todo en uno VWR
- Computador
- Cámara fotográfica

3.2.2 MATERIALES

- Guantes
- Mascarillas
- Fundas de papel
- Fundas de plástico
- Maceteros
- Baldes plásticos
- Cañas
- Piolas
- Tarjetas de campo
- Pala
- Carreta

3.2.3 SUMINISTROS

- Hojas formato A4
- Cartulina
- Tinta de impresora
- Bolígrafos
- Marcadores
- Lápiz
- Cuaderno de campo

3.3 MATERIAL BIOLÓGICO

En esta investigación se utilizó material vegetal de arroz, maíz, sorgo, que proporcionaron los aleloquímicos utilizados en los diferentes ensayos.

Los cultivos de arroz y maíz fueron seleccionados por constituirse, los de mayor área de siembra en la región y el cultivo de sorgo por generar sustancias que según la literatura provoca daños similares a los causados por la atrazina.

3.4 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

3.4.1 EN EL LABORATORIO

Se evaluaron cuatro concentraciones de extractos vegetales acuosos (0, 2,5, 5, 10%) extraídos de arroz, maíz, y sorgo, producidos en lotes de campos especialmente sembrados para el experimento en fréjol y lechuga, es decir 8 tratamientos (cuadro 6), cuatro repeticiones, sumando 32 unidades experimentales para cada especie vegetal y en conjunto 24 tratamientos y 96 unidades experimentales.

Cuadro 6. Tratamientos en el laboratorio del material donante arroz*

T 1	L D 1
T 2	L D 2
T 3	L D 3
T 4	L D 4
T 5	F D 1
T 6	F D 2
T 7	F D 3
T 8	F D 4

Donde:

D: Dosis

D 1: 0

D 2: 2.5

D 3: 5

D 4: 10

L: Lechuga

F: Fréjol

*Igual distribución tuvieron los materiales vegetales donantes del aleloquímico maíz (M) y sorgo (S)

Para la prueba de significancia se utilizó Diseño Bloques Completos al Azar por separado para cada uno de los donantes (arroz, maíz y sorgo) y para la comparación de medias la prueba de Scott e Knott. El análisis de la varianza está detallado en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para laboratorio

Fuentes de variación	Grados de libertad
Trat. (t-1)	7
Rep. (r-1)	3
Error	21
Total (r x t) – t	31

3.4.2 EN INVERNADERO

Se evaluaron dos formas de aplicación del material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo, una mezclada con el suelo y otra colocada en la superficie de las macetas, sobre plantas indicadoras, cuatro cultivables: soya, fréjol, maní y arroz; y cuatro malezas *Euphorbia heterophylla* L., *Rottboellia cochinchinensis* L.f, *Cyperus rotundus* L e *Ipomoea spp* L

Por lo tanto, el análisis comprende 12 tratamientos por separado, es decir, forma de aplicación: superficie y / o incorporado de los materiales vegetales que se están estudiando (arroz, maíz y sorgo) sobre 8 plantas indicadoras (4 plantas cultivables y 4 malezas); en cada uno de los experimentos hubo 4 repeticiones. El sistema de tratamientos está detallado en los cuadros 8, 9, 10 y 11.

Cuadro 8. Tratamientos en el invernadero utilizando cultivos; forma de aplicación incorporado al suelo

T 1	Sy	A	I
T 2	Sy	M	I
T 3	Sy	S	I
T 4	F	A	I
T 5	F	M	I
T 6	F	S	I
T 7	Mn	A	I
T 8	Mn	M	I
T 9	Mn	S	I
T 10	A	A	I
T 11	A	M	I
T 12	A	S	I

Donde:

Cultivo donante

A.: Arroz

M: maíz

S: sorgo

Cultivo

Sy : soya

F : fréjol

Mn: maní

A : arroz

Forma de aplicación

I: incorporado

Cuadro 9. Tratamientos en el invernadero utilizando cultivos, forma de aplicación en superficie

T 1	Sy	A	S
T 2	Sy	M	S
T 3	Sy	S	S
T 4	F	A	S
T 5	F	M	S
T 6	F	S	S
T 7	Mn	A	S
T 8	Mn	M	S
T 9	Mn	S	S
T 10	A	A	S
T 11	A	M	S
T 12	A	S	S

Donde:

Cultivo donante

A.: Arroz

M: maíz

S: sorgo

Cultivo

Sy : soya

F : fréjol

Mn: maní

A : arroz

Forma de aplicación

S: superficie

Cuadro 10. Tratamientos en el invernadero utilizando malezas, forma de aplicación incorporada

T 1	<i>R</i>	A	I
T 2	<i>R</i>	M	I
T 3	<i>R</i>	S	I
T 4	<i>E</i>	A	I
T 5	<i>E</i>	M	I
T 6	<i>E</i>	S	I
T 7	<i>Cy</i>	A	I
T 8	<i>Cy</i>	M	I
T 9	<i>Cy</i>	S	I
T 10	<i>Ip</i>	A	I
T 11	<i>Ip</i>	M	I
T 12	<i>Ip</i>	S	I

Donde:

Cultivo donante	Cultivo	Forma de aplicación
A.: Arroz	<i>R</i> : <i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.f,	I: incorporado
M: maíz	<i>E</i> : <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	
S: sorgo	<i>Cy</i> : <i>Cyperus rotundus</i> L	
	<i>Ip</i> : <i>Ipomoea</i> spp	

Cuadro 11. Tratamientos en el invernadero utilizando malezas, forma de aplicación superficie

T 1	<i>R</i>	A	S
T 2	<i>R</i>	M	S
T 3	<i>R</i>	S	S
T 4	<i>E</i>	A	S
T 5	<i>E</i>	M	S
T 6	<i>E</i>	S	S
T 7	<i>Cy</i>	A	S
T 8	<i>Cy</i>	M	S
T 9	<i>Cy</i>	S	S
T 10	<i>Ip</i>	A	S
T 11	<i>Ip</i>	M	S
T 12	<i>Ip</i>	S	S

Donde:

Cultivo donante

Cultivo

Forma de aplicación

A.: Arroz

R : *Rottboellia cochinchinensis* L.f,

S: superficie

M: maíz

E : *Euphorbia heterophylla* L.

S: sorgo

Cy: *Cyperus rotundus* L

Ip : *Ipomoea* spp

Para el análisis de significancia se utilizó bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las medias fueron comparadas según la prueba de Scott e Knott al 5 % la probabilidad de error. El análisis de la varianza se especifica en el cuadro 12.

Cuadro 12 Análisis de varianza para invernadero.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Trat. (t-1)	11
Rep. (r-1)	3
Error (t - 1)(r - 1)	33
Total (r x t) - t	47

3.4.3 EN CAMPO

En la cuenca baja del río Guayas y en la provincia de Los Ríos, al sembrar soya, un gran porcentaje de los agricultores, utilizan herbicidas pre emergentes.

Un estudio del INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, Estación Boliche (INIAP), concluyó que los herbicidas pre emergentes más utilizados son Dual y Prowl, cuya dosis comercial en ambos casos es 250 cc por ha.

Los experimentos de laboratorio e invernadero, permitieron concluir que los residuos vegetales de arroz incorporados al suelo, demostraron mayor efecto alelopático, por lo que el experimento en el campo pretendió verificar la interacción con los herbicidas en dosis decrecientes (100, 75, 50, 25 y 0 %). Por lo tanto, los tratamientos son las dosis de herbicidas.

Cada parcela experimental tuvo una superficie de 180 m² (10m x18m); hubo 4 replicas es decir 40 unidades experimentales.

El análisis estadístico comprendió el diseño bloques completos al azar; el análisis de la varianza está señalado en el cuadro 14.

Cuadro 13 Tratamientos en el campo

T 1	Prowl 0
T 2	Dual 0
T 3	Prowl 25
T 4	Dual 25
T 5	Prowl 50
T 6	Dual 50
T 7	Prowl 75
T 8	Dual 75
T 9	Prowl 100
T 10	Dual 100

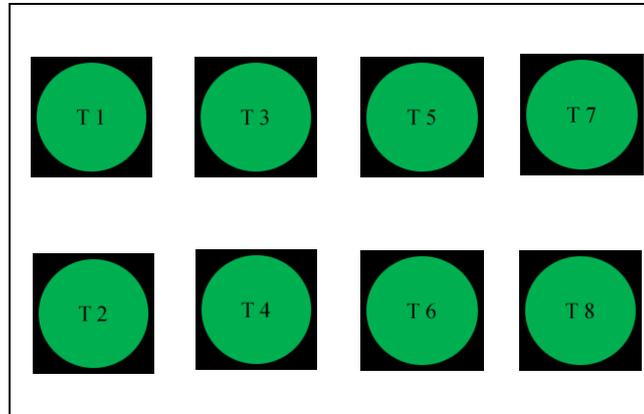
Cuadro 14 Análisis de varianza para campo.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Trat. (t-1)	9
Rep. (r-1)	3
Error (t - 1)(r - 1)	27
Total	39

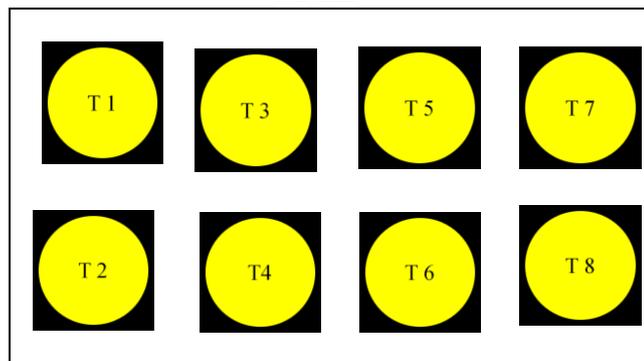
Las figuras 2, 3 y 4 señalan las distribuciones de las unidades experimentales en el laboratorio, invernadero y campo.

Laboratorio

ARROZ



MAÍZ



SORGO

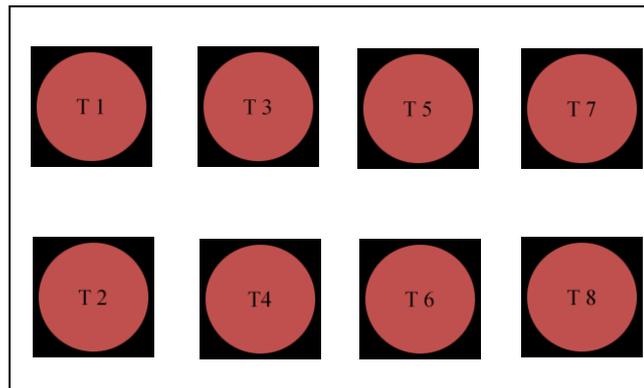


Figura 2: Distribución de las unidades experimentales en el laboratorio

Invernadero

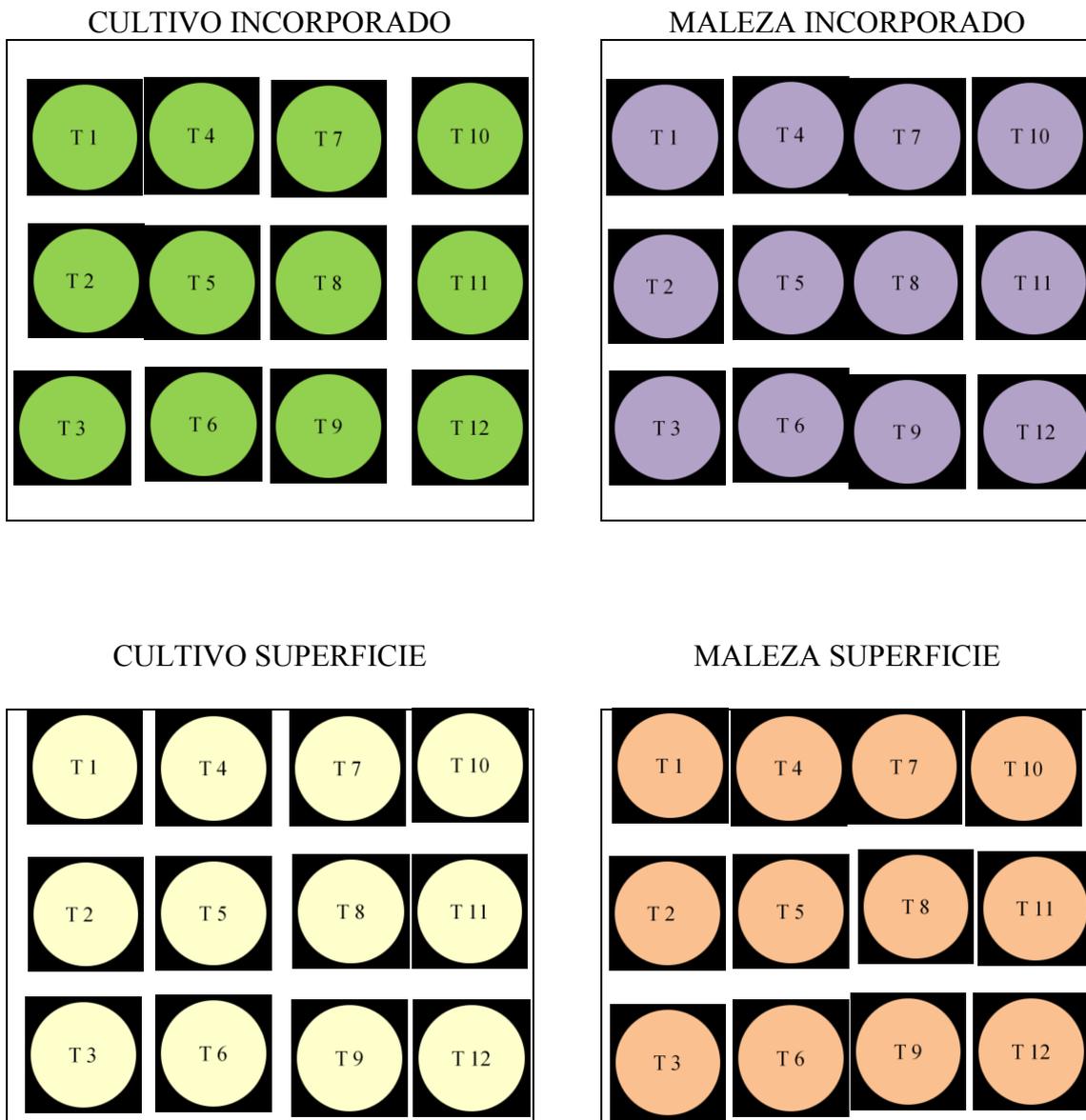


Figura 3: Distribución de las unidades experimentales en el invernadero

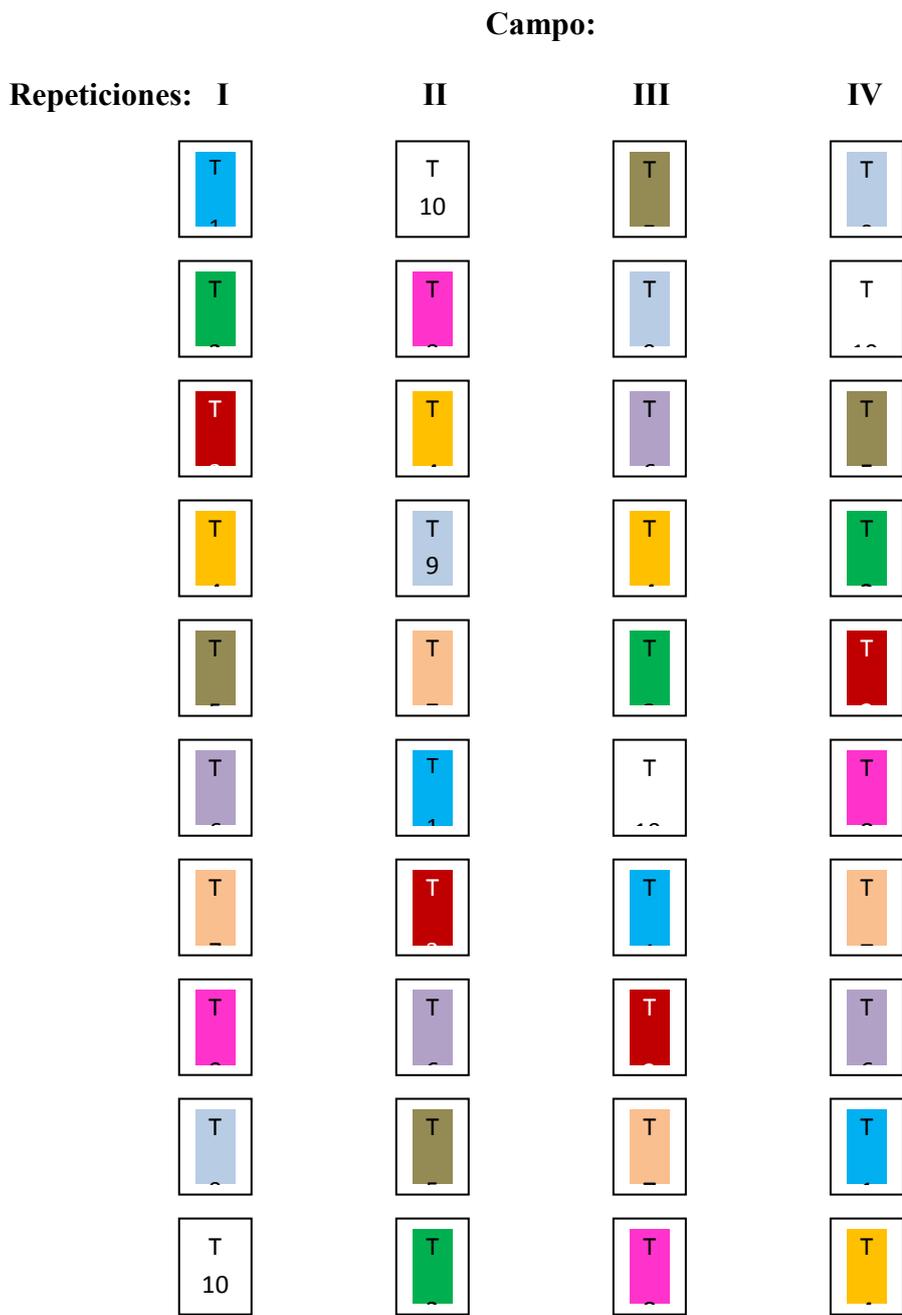


Figura 4: Distribución de los tratamientos en el campo

3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental fue realizado en tres etapas: laboratorio, invernadero y campo.

Los materiales donantes de aleloquímico: arroz, maíz y sorgo, fueron cosechados de los campos de la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja”, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, y procesada en el laboratorio del Programa Nacional de Arroz de dicha Estación, tomando solo la parte foliar de la planta, secada, procesada, depositada en fundas de papel y luego llevadas a la estufa, por 48 horas, a 70 grados Celsius, y siguiendo las recomendaciones de la UNIVERSIDAD FEDERAL DE VIÇOSA BRASIL (UFV) (2008, en línea).

3.5.1 LABORATORIO

3.5.1.1 Extracción de aleloquímico

El protocolo de Ufv (2008, en línea) recomienda realizar el siguiente procedimiento:

10 gramos de material vegetal seco, colocados en un vaso de precipitación, más 100 ml de agua destilada; se dejó reposar por cuatro horas, pasado por un tamiz, obteniendo una solución acuosa, denominada solución aleloquímica.

3.5.1.2 Siembra

Cinco semillas de lechuga y tres de fréjol sembradas en cajas petri, con una base de papel filtro. Semillas de lechuga de repollo de la casa comercial Agripac y fréjol colorado, de la variedad INIAP 413.

3.5.1.3 Riego

Primer riego, con la solución aleloquímica obtenida anteriormente de los materiales vegetales de arroz, maíz y sorgo y con la ayuda de una pipeta, se colocó 2 ml, en las concentraciones determinadas en el diseño experimental.

Posteriormente, se aplicó agua destilada 1 ml, cada dos días, tomando en cuenta las necesidades de cada semilla para su germinación.

3.5.2 INVERNADERO

Cuatro especies cultivables: fréjol, maní, soya y arroz y cuatro malezas *Euphorbia heterophylla L.*, *Rottboellia cochinchinensis L.f.*, *Cyperus rotundus L.* e *Ipomea spp*, sembradas en macetas que contenían suelos típicos de la estación.

3.5.2.1 Liberación de aleloquímico

Se evaluaron dos formas de aplicación de residuos; una distribuyéndolo sobre la superficie y la otra incorporado con el sustrato. Para el efecto se consideró un volumen de materia seca aproximada a las 4 toneladas por hectárea. Para las macetas se consideró 10 gr de material vegetal seco por 5 kg de tierra seca.

3.5.2.2 Siembra

Cinco semillas en cada maceta, de las siguientes especies cultivables: Fréjol colorado variedad INIAP 413, arroz INIAP 14, maní variedad CM 07-10, y soya variedad INIAP 307 y de las malezas *Euphorbia heterophylla L.*, *Rottboellia cochinchinensis L.*, *Cyperus rotundus L.* e *Ipomoea spp L*

3.5.2.3 Riego

Primer riego en abundancia permitiendo que todo el sustrato quede completamente humedecido, luego se aplicó 120 ml cada dos días, y tomando en cuenta las necesidades de los germoplasmas.

3.5.3 CAMPO

Previa a la siembra mecanizada de soya (64 kg/ha, distancia entre hilera 45 cm) INIAP 307, el material vegetal seco de arroz fue incorporada al terreno, aplicando en las diferentes parcelas (después de un riego) herbicida PROWL (Pendimetalin) y DUAL (Metholaclor) en concentraciones señaladas en el diseño experimental.

3.5.3.1 Riego

Por aspersión, manteniendo el cultivo a capacidad de campo, para el desarrollo del cultivo de soya.

3.5.3.2 Cosecha

Manual, una vez transcurrido 120 días establecidos para el desarrollo del cultivo.

3.6 VARIABLES EXPERIMENTALES

3.6.1 LABORATORIO:

3.6.1.1 Porcentaje de germinación de semillas

Porcentaje de semillas germinadas en las cajas petri, 5 semillas de lechuga y 3 de fréjol.

3.6.1.2 Longitud de raíz

Desde el cuello hasta la cofia de la misma por un periodo de diez días, variable expresada en centímetros.

3.6.1.3 Tiempo de vida

Periodo que sobrevivieron las semillas germinadas en solución aleloquímica, expresado en días.

3.6.2 INVERNADERO:

3.6.2.1 Altura de planta

Altura desde el cuello hasta el ápice; expresada en centímetros, por un periodo de dos semanas; datos tomados pasando un día.

3.6.2.2 Número de malezas germinadas

Número de malezas germinadas en cada maceta, es decir aquellas malezas cuya germinación es espontánea.

3.6.2.3 Largo de raíz total

A las dos semanas, se retiró de las macetas las plantas sembradas; raíces lavadas, luego medidas desde el cuello hasta la cofia; variable expresada en centímetros.

3.6.2.4 Peso total de las plantas

Peso de plantas frescas inmediatamente después de ser arrancadas, colocadas en la estufa para su secamiento y pesado final; variable expresada en gramos.

3.6.3 CAMPO:

3.6.3.1 Presencia de malezas

Número de malezas germinadas en la parcelas en el área de 1 m².

3.6.3.2 Altura de planta

Altura de diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento, medidas desde el cuello hasta el ápice de ésta a los 39 y 110 días, variable expresada en centímetros.

3.6.3.3 Número de vainas

Número de vainas de las diez plantas tomadas al azar.

3.6.3.4 Número de semillas

Número de semillas de 10 plantas tomadas al azar de cada parcela.

3.6.3.5 Peso de cien semillas

Peso de cien semillas expresada en gramos de cada tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 EN EL LABORATORIO

4.1.1.1 Germinación

Los promedios correspondiente a esta variable se presentan en el cuadro 15, no habiendo diferencia significativa entre tratamientos en ninguna de las concentraciones; el menor porcentaje de germinación 65% obtuvo el tratamiento 7 (LD4) en el medio arroz.

Los tratamientos que obtuvieron el 100 % de germinación fueron el medio arroz: 1 (LD1), 2 (FD1), 3 (LD2); para el medio maíz: 2 (FD1), 3 (LD2), 8 (FD4) y para el medio sorgo 1 (LD1), 3 (LD2), 5 (LD3) y 7 (LD4).

Cuadro 15: Promedio de germinación de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5 y 10 %.

Tratamientos		Arroz	Maíz	Sorgo
1	LD1	100 a	90 a	100 a
2	FD1	100 a	100 a	91,67 a
3	LD2	100 a	100 a	100 a
4	FD2	91,67 a	91,67 a	91,67 a
5	LD3	80 a	85 a	100 a
6	FD3	83,33 a	83,33 a	91,67 a
7	LD4	65 a	85 a	100 a
8	FD4	91,67 a	100 a	83,33 a
Media		88,96	91,88	94,79
Promedio general				91,88

4.1.1.2 Longitud de raíz a los cinco días

A los cinco días, los promedios de esta variable se expresan en el cuadro 16. Para el medio aleloquímico arroz, el análisis estadístico muestra significancia estadística (cuadro 1A). Los tratamientos 4 (FD2), 2 (FD1) y 6 (FD3) forman un solo grupo estadístico teniendo también mayores longitud de raíz 2,22, 1,85 y 1,84 cm, respectivamente. El tratamiento 7 (LD4) se presenta con mayor afectación a este aleloquímico, pues a los cinco días no había iniciado su germinación.

Para el medio aleloquímico maíz, se presenta significancia estadística (cuadro 5A); los tratamientos que alcanzaron mayor longitud de raíz fueron: 2(FD1), 6 (FD3), 4 (FD2) y 8 (FD4) con 1,93, 1,87, 1,70, y 1,53 cm en su orden. El tratamiento que presentó la mayor afectación a este medio fue el 7 (LD4), con una longitud de 0,41 cm.

En el medio aleloquímico sorgo, también hay significancia estadística (cuadro 9A), presentando los tratamientos 2(FD1), 6 (FD3), 8 (FD4) y 4 (FD2) las mayores longitudes con 1,88, 1,84, 1,64 y 1,62 cm, respectivamente, frente a las de menor longitud, tratamientos 7 (LD4), 5 (LD3), 3 (LD2) y 1(LD1) con 0,24, 0,52, 0,59 y 0,94 cm en su orden.

4.1.1.3 Longitud de raíz a los siete días

El análisis estadístico demostró que existe significancia estadística (cuadro 2A); los promedios se expresan en el cuadro 17. Para el medio aleloquímico arroz se observa mayor longitud de raíz en los tratamientos 4 (FD2), 2(FD1) y 6 (FD3) con 4,60, 3,94 y 3,56 cm. Los tratamientos 7 (LD4), 5 (LD3) y 3 (LD2) obtuvieron menor longitud de raíz.

Para el medio aleloquímico maíz, se obtuvo significancia estadística (cuadro 6A), formando un solo grupo los tratamientos 2(FD1), 4 (FD2), 6 (FD3), 8 (FD4) y 1

(LD1) con longitudes 3,85, 3,32, 2,47, 2,39 y 1,46 cm, frente a los tratamientos 7 (LD4), 5 (LD3) y 3 (LD2), que tuvieron la mayor afectación visible.

En el medio aleloquímico sorgo, se presentó significancia estadística (cuadro 10A); los tratamientos 4 (FD3), 6 (FD3), 2(FD1) y 8 (FD4) presentaron un mayor desarrollo.

4.1.1.4 Longitud de raíz a los nueve días

El medio arroz presentó significancia (cuadro 3A) obteniendo dos rangos de probabilidades, cuadro 18. Los tratamientos con mayor longitud de raíz fueron 4 (FD2), 2(FD1), 6 (FD3) y 8 (FD4) con promedio de 6,53, 5,44, 4,89 y 3,63 cm.

De igual forma en el medio maíz y sorgo como aleloquímicos, se encontró también significancia estadística (cuadros 7A, 11A) obtuvieron los menores promedios.

4.1.1.5 Longitud de raíz a los once días

El cuadro 19, señala la longitud de raíz a los once días. En todos los medios alelopáticos (arroz, maíz y sorgo) hubo significancia estadística (cuadros 4A, 8A y 12A).

4.1.1.6 Semillas muertas

Los promedios obtenidos en esta variable se pueden apreciar en el cuadro 20; el análisis de varianza no determinó diferencia significativa al 5 % de probabilidad entre tratamientos en ninguna de las concentraciones.

Cuadro 16: Promedio de largo de raíz (cm), a los cinco días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%

Tratamientos		Arroz		Maíz		Sorgo	
1	LD1	0,97	b	0,94	b	0,94	b
2	FD1	1,85	a	1,93	a	1,88	a
3	LD2	0,70	b	0,89	b	0,59	b
4	FD2	2,22	a	1,70	a	1,62	a
5	LD3	0,53	b	0,73	b	0,51	b
6	FD3	1,84	a	1,87	a	1,84	a
7	LD4	0	c	0,41	c	0,21	b
8	FD4	1,17	b	1,53	b	2,00	a
Medias		1,16		1,25		1,16	
Promedio general						1,19	

Cuadro 17: Promedio de largo de raíz (cm), a los siete días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%

Tratamientos		Arroz		Maíz		Sorgo	
1	LD1	1,53	b	1,46	a	1,26	b
2	FD1	3,94	a	3,85	a	3,79	a
3	LD2	1,05	b	1,42	b	1,25	b
4	FD2	4,60	a	3,32	a	3,98	a
5	LD3	0,78	b	1,10	b	1,03	b
6	FD3	3,56	a	2,47	a	3,97	a
7	LD4	0,52	c	0,85	b	0,88	b
8	FD4	2,34	b	2,39	a	3,09	a
Media		2,29		2,11		2,52	
Promedio general						2,30	

Cuadro 18: Promedio de largo (cm) de raíz, a los nueve días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%

Tratamientos		Arroz		Maíz		Sorgo		
1	LD1	1,78	b	1,84	a	1,66	b	
2	FD1	5,44	a	4,65	a	5,14	a	
3	LD2	1,20	b	2,07	b	1,62	b	
4	FD2	6,53	a	3,63	a	5,95	a	
5	LD3	1,10	b	2,13	b	1,53	b	
6	FD3	4,89	a	3,28	a	5,88	a	
7	LD4	0,84	b	1,30	b	1,44	b	
8	FD4	3,63	a	3,11	a	4,63	a	
Media		3,17		2,75		3,48		
Promedio general								3,14

Cuadro 19: Promedio de largo (cm) de raíz a los once días de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%

Tratamientos		Arroz		Maíz		Sorgo		
1	LD1	2,59	b	2,64	b	2,44	d	
2	FD1	8,03	a	9,28	a	9,94	c	
3	LD2	1,86	b	2,78	b	2,01	d	
4	FD2	8,59	a	6,19	a	14,37	a	
5	LD3	1,47	b	3,09	b	1,97	d	
6	FD3	8,39	a	7,34	a	11,77	b	
7	LD4	1,04	b	2,00	b	1,51	d	
8	FD4	4,68	b	4,83	b	10,22	b	
Media		4,58		4,77		6,40		
Promedio general								5,25

Cuadro 20: Promedio de semillas muertas de lechuga y fréjol en soluciones acuosas de arroz, maíz y sorgo en concentraciones de 0, 2,5, 5, 10%

Tratamientos		Arroz		Maíz		Sorgo	
1	LD1	0,50	a	0	a	0	a
2	FD1	0,50	a	0	a	0	a
3	LD2	0	a	0	a	0,25	a
4	FD2	0	a	0	a	0	a
5	LD3	0	a	0,25	a	0	a
6	FD3	0	a	0,25	a	0	a
7	LD4	0	a	0,50	a	0	a
8	FD4	0	a	0,50	a	0	a
Media		0,13		0,19		0,03	
Promedio general						0,11	

4.1.2 INVERNADERO

4.1.2.1 Altura de planta a los siete días

A los 7 días de sembrados los cultivos y (cuadro 21), para la forma de aplicación incorporada, se notó diferencia significativa (cuadro 13A), obteniendo el tratamiento 3 (SySI) mayor altura con un promedio de 38,17 cm. Los tratamientos mas afectados y que obtuvieron menor altura fueron, 8 (MnMI) con 14,95 cm, 9 (MnSI) con 16,74 cm, 7 (MnAI) con 17,55 cm, 11 (AMI) con 18,56 cm, 10 (AAI) con 18,57 cm, 12 (ASI) con 18,68 cm.

Para la forma de aplicación superficie no se obtuvo significancia (cuadro 23A), tanto para cultivos como para las plantas silvestres. Dando como resultado un rango de probabilidad sin originar diferencia.

Para las plantas silvestres (cuadro 22), también se observó significancia estadística en el sistema incorporado, los tratamientos con las mayores alturas fueron 5 (CyMI), 6 (CyS) y 11 (IpMI) con un promedio de 15,06, 12,81 y 10,98 cm, respectivamente. Los tratamientos 1 (RAI), 2(RMI) y 8 (EMI) con 0 (no germinaron), 9 (ESI) con 1,37 cm, 7 (EAI) con 3,07 cm, 4 (CyAI) con 3,3 cm, 10 (IpAI) con 3,62 cm, 3 (RSI) con 4,77 cm, y 12 (IpAI) con 5,52 cm fueron los que presentaron la menor altura.

Cuadro 21: Promedio de altura de 4 cultivos (cm), a los 7 días soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 Sy A	37,03 a	26,29 a
2 Sy M	36,40 a	33,78 a
3 Sy S	38,17 a	31,50 a
4 F A	31,92 b	24,70 a
5 F M	31,37 b	22,38 a
6 F S	32,39 b	26,04 a
7 Mn A	17,55 c	18,77 a
8 Mn M	14,95 c	15,07 a
9 Mn S	16,74 c	17,11 a
10 A A	18,57 c	22,05 a
11 A M	18,56 c	18,68 a
12 A S	18,68 c	18,79 a
Media	26,03	22,93
Promedio general		24,49

Cuadro 22: Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 7 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E)., e *Ipomea spp*,(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	R A	0 b	9,20 a
2	R M	0 b	2,20 a
3	R S	4,77 b	0 a
4	Cy A	3,30 b	12,43 a
5	Cy M	15,06 a	15,87 a
6	Cy S	12,81 a	6,12 a
7	E A	3,07 b	0 a
8	E M	0 b	0 a
9	E S	1,37 b	0 a
10	Ip A	3,62 b	6,42 a
11	Ip M	10,98 a	6,62 a
12	Ip S	5,52 b	4,25 a
	Media	5,04	5,26
	Promedio general		5,15

4.1.2.2 Altura de plantas a los nueve días

Los promedios para esta variable se expresan en el cuadro 23. Para la forma de aplicación incorporada en los cultivos se obtuvo significancia estadística (cuadro 14A), los tratamientos que obtuvieron mayor altura en esta medición fueron, 2(SyMI) con 43,44 cm, 3 (SySI) 43,40 cm y 1 (SyAI) con 42,35, mientras que los tratamientos 8 (MnMI) con 19,73 cm, 10(AAI) con 20,83 cm, 11 (AMI) con 21,11

cm, 12 (ASI) con 21,85 cm, 7 (MnAI) con 22,56 cm y 9 (MnSI) con 22,76 cm obtuvieron los menores promedios de altura.

Para las plantas silvestres en la segunda medición no se observan diferencia significativa entre los tratamientos, cuadro 23.

Para la forma de aplicación superficie, los cultivables y las plantas silvestres no presentan significancia entre tratamientos (cuadro 23A), es decir no presentan ninguna variación en su comportamiento.

Cuadro 23: Promedio de altura (cm), de 4 cultivos a los 9 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 Sy A	42,35 a	30,90 a
2 Sy M	43,44 a	33,72 a
3 Sy S	43,40 a	39,03 a
4 F A	37,36 b	28,26 a
5 F M	37,95 b	28,11 a
6 F S	31,96 b	36,36 a
7 Mn A	22,56 c	21,20 a
8 Mn M	19,73 c	20,27 a
9 Mn S	22,76 c	21,68 a
10 A A	20,83 c	23,22 a
11 A M	21,11 c	20,46 a
12 A S	21,85 c	22,01 a
Media	30,44	27,10
Promedio general		28,66

Cuadro 24: Promedio de altura (cm), de 4 malezas a los 9 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E)., e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	R A	0 b	9,52 a
2	R M	0 b	2,62 a
3	R S	4,95 b	0 a
4	Cy A	3,87 b	5,42 a
5	Cy M	18,06 a	18,15 a
6	Cy S	13,67 a	10,02 a
7	E A	6,86 b	0 a
8	E M	0 b	0 a
9	E S	1,37 b	0 a
10	Ip A	4,00 b	8,12 a
11	Ip M	11,42 a	8,12 a
12	Ip S	6,20 b	4,45 a
	Media	5,86	5,62
	Promedio general		5,74

4.1.2.3 Altura de plantas a los once días

El cuadro 25 señala que para la forma de aplicación incorporada en las especies cultivables se obtuvo significancia estadística (cuadro 15A). Las plantas que desarrollaron mayor altura a los 11 días fueron los tratamientos 2 (SyMI) con 50,35 cm; 3 (SySI) con 50,27 cm; 5 (FMI) con 47,89 cm; 1 (SyAI) con 47,84 cm, 4 (FAI) con 45,16 cm, 6 (FSI) con 40,92 cm, en su orden.

Para las plantas silvestres, también se obtuvo significancia; los mayores promedios se observan en los tratamientos 6 (CySI), 5(CyMI) Y 11 (IpMI) con 20, 18,68 y 12,02 cm. Mientras el resto de los tratamientos presentaron los menores promedios (cuadro 26).

Para la forma de aplicación del material vegetal en la superficie, en los cultivares el análisis estadístico obtuvo nivel de significancia (cuadro 24 A).

En las plantas silvestres no existió nivel de significancia, para esta variable. El tratamiento que obtuvo mayor altura fue el 5 (CyMS) con 20,82 cm y los tratamientos con menor promedio de altura fueron: 7 (EAS) y 9 (ESS) con 0 cm.

Cuadro 25: Promedio de altura (cm), de 4 cultivos a los 11 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	Sy A	47,84 a	34,54 a
2	Sy M	50,35 a	42,07 a
3	Sy S	50,27 a	48,81 a
4	F A	45,16 a	34,66 a
5	F M	47,89 a	29,56 b
6	F S	40,92 a	41,68 a
7	Mn A	25,94 b	23,73 b
8	Mn M	21,44 b	23,31 b
9	Mn S	24,80 b	24,99 b
10	A A	22,19 b	24,31 b
11	A M	20,72 b	21,61 b
12	A S	22,50 b	23,31 b
	Media	35,00	31,05
	Promedio general		33,02

Cuadro 26: Promedio de altura (cm), de 4 malezas a los 11 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy). *Euphorbia heterophylla* L (E)., e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	R A	0 b	10,00 a
2	R M	0 b	2,87 a
3	R S	5,42 b	1,00 a
4	Cy A	3,90 b	11,62 a
5	Cy M	18,68 a	20,82 a
6	Cy S	20,00 a	9,92 a
7	E A	4,25 b	0 a
8	E M	1,10 b	0,87 a
9	E S	0 b	0 a
10	Ip A	6,20 b	9,00 a
11	Ip M	12,02 a	11,25 a
12	Ip S	8,07 b	6,45 a
	Media	6,63	6,98
	Promedio general		6,80

4.1.2.4 Altura de plantas a los catorce días

A 14 días, (cuadros 27 y 28) para la forma de aplicación incorporada en las especies cultivables se obtuvo significancia estadística (cuadro 16A).

Para las especies silvestres en la misma forma de aplicación del material donante del aleloquímico, no se obtuvo nivel de significancia entre los tratamientos; el que alcanzó mayor altura para esta variable fue el tratamiento 5 (CyMI) con 20,67 cm, y los de menor altura fueron los tratamientos 1 (RAI), 2 (RMI), y el 9 (ESI), que no germinaron.

Para la forma de aplicación del material vegetal en la superficie, se obtuvo significancia (cuadro 26A), los tratamientos que alcanzaron mayor altura fueron: 3 (SySI) con 53,64 cm, 6 (FSS) con 50,93, 2 (SyMS) con 50,07 cm, y 1 (SyAS) con 42,42 cm. Los tratamientos que presentaron menos altura a esta edad del cultivo fueron; 7 (MnAS) con 21,61 cm, 8 (MnMS) con 22,19 cm, 9 (MnSS) con 23,71 cm, 11 (AMS) con 25,58 cm, 10 (AAS) con 26,03 cm, 12 (ASS) con 26,82, 4 (FAS) con 34,98 cm y el 5 (FMS) con 36,28 cm.

Para las plantas silvestres no se obtuvo significancia, el tratamiento 5 (CyMS) obtuvo la mayor altura con 21,92 cm, y los tratamientos 7 (EAS), 8 (EMS) 9 (ESS) y 10 (IpAS), con promedio de altura 0.

Cuadro 27: Promedio de altura (cm), de 4 cultivos a los 14 días Soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	Sy A	47,69 a	42,42 a
2	Sy M	52,56 a	50,07 a
3	Sy S	56,66 a	53,64 a
4	F A	49,22 a	34,98 a
5	F M	52,30 a	36,28 b
6	F S	51,36 a	50,93 b
7	Mn A	28,64 b	21,61 b
8	Mn M	24,64 b	22,19 b
9	Mn S	27,23 b	23,71 b
10	A A	22,44 b	26,03 b
11	A M	22,24 b	25,58 b
12	A S	23,42 b	26,82 b
	Media	38,20	34,52
	Promedio general		36,02

Cuadro 28: Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 14 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 R A	0 a	11,10 a
2 R M	0 a	3,07 a
3 R S	5,45 a	1,00 a
4 Cy A	4,00 a	8,75 a
5 Cy M	20,67 a	21,92 a
6 Cy S	18,27 a	20,15 a
7 E A	4,75 a	0 a
8 E M	10,57 a	0 a
9 E S	0 a	0 a
10 Ip A	6,37 a	0 a
11 Ip M	13,67 a	7,87 a
12 Ip S	9,30 a	5,12 a
Media	7,75	6,58
Promedio general		7,17

4.1.2.5 Altura de plantas a los dieciséis días

Los promedios a los 16 días se presentan los en los cuadros 29 y 30. En la forma incorporada para los cultivos hay significancia estadística (cuadro 17A); los tratamientos que obtuvieron mayor altura: 3 (SySI) con 58,97 cm, 6(FSI) con 58,09 y 5 (FMI) con 56,45 cm.

También para las plantas silvestres en la aplicación de material vegetal incorporado se obtuvo significancia estadística.

Para la aplicación material vegetal en la superficie, tanto para cultivos y malezas, el análisis de la varianza (cuadros 17A y 26A) determinó la no existencia de diferencia significativa

Cuadro 29: Promedio de altura (cm) de cultivos a los 16 días: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	Sy A	54,24 a	43,16 a
2	Sy M	54,51 a	54,64 a
3	Sy S	58,97 a	57,70 a
4	F A	50,53 a	37,85 a
5	F M	56,45 a	36,31 a
6	F S	58,09 a	44,70 a
7	Mn A	31,75 b	28,24 a
8	Mn M	27,14 b	29,27 a
9	Mn S	29,50 b	36,14 a
10	A A	24,38 b	27,44 a
11	A M	24,63 b	24,17 a
12	A S	25,10 b	33,55 a
	Media	41,27	37,76
	Promedio general		39,25

Cuadro 30: Promedio de altura (cm) de 4 malezas a los 16 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	R A	6,57 b	11,45 a
2	R M	0 b	3,12 a
3	R S	0 b	1,00 a
4	Cy A	7,50 b	11,72 a
5	Cy M	21,58 a	23,02 a
6	Cy S	22,92 a	19,25 a
7	E A	4,87 b	0 a
8	E M	0 b	0 a
9	E S	0 b	0 a
10	Ip A	6,87 b	10,12 a
11	Ip M	16,41 a	8,00 a
12	Ip S	11,22 b	5,32 a
	Media	8,16	7,66
	Promedio general		7,91

4.1.2.6 Altura de plantas a los dieciocho días

Los promedios de esta variable, se expresan en los cuadros 31 y 32. En la aplicación de material vegetal en forma incorporada en los cultivos se obtuvo significancia estadística (cuadro 18A), los tratamientos 3 (SySI) con 62,91 cm, 6 (FSI) con 61 cm, 5 (FMI) con 59,62 cm, 2 (SyMI) con 58,92, 1 (SyAI) con 57,08 cm y el 4 (FAI) con 49,53 cm, obteniendo mayor altura, y los tratamientos 12

(ASI) con 25,45 cm, 10 (AAI) con 26,51, 11 (AMI) 27,27 cm, 8 (MnMI) con 28,12 cm, 7 (MnAI) con 30,76, y el 9 (MnSI) con 31,53 cm; menor altura.

Las plantas silvestres no presentaron significancia estadística, en esta forma de aplicación el tratamiento que obtuvo mayor altura fue el 6 (CySI) con 27,26 cm, la menor altura, el tratamiento 2 (RMI) y 3 (RSI) con 0.

Para la forma de aplicación del material vegetal en la superficie, el análisis estadístico dio significancia (cuadro 27A), no ocurriendo lo mismo en las plantas silvestres.

Cuadro 31: Promedio de altura (cm), de cultivos a los 18 días: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 Sy A	57,08 a	46,34 a
2 Sy M	58,92 a	58,78 a
3 Sy S	62,91 a	61,87 a
4 F A	49,53 a	39,00 b
5 F M	59,62 a	36,34 b
6 F S	61,00 b	49,03 a
7 Mn A	30,76 b	30,80 b
8 Mn M	28,12 b	30,49 b
9 Mn S	31,53 b	31,68 b
10 A A	26,51 b	30,67 b
11 A M	27,27 b	27,92 b
12 A S	25,45 c	27,25 b
Media	43,23	39,18
Promedio general		39,25

Cuadro 32: Promedio de altura (cm), de 4 malezas a los 18 días *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	R A	2,65 a	13,62 a
2	R M	0 a	4,07 a
3	R S	0 a	2,25 a
4	Cy A	6,75 a	22,95 a
5	Cy M	19,87 a	15,75 a
6	Cy S	27,26 a	21,57 a
7	E A	7,00 a	0 a
8	E M	2,25 a	0 a
9	E S	2,12 a	0 a
10	Ip A	10,75 a	12,32 a
11	Ip M	16,57 a	16,25 a
12	Ip S	13,50 a	10,06 a
Media		9,06	9,90
Promedio general			9,48

4.1.2.7 Longitud de raíz

Los promedios de esta variable para los cultivos se encuentran en el cuadro 33 y 34. En la forma de aplicación incorporada existe significancia estadística (cuadro 19A) para los cultivos y para las plantas silvestres; en los cultivos los mayores promedios de raíz lo presentan los tratamientos 6 (FSI) con 19,22 cm, 7(MnAI) con 18,24 cm, 8(MnMI) con 16,85 cm, 9 (MnSI) con 15,43, 5 (FMI) con 14,23

cm, 3 (SySI) con 13,69 cm. Los tratamientos con los menores promedios fueron: 10 (AAI) con 7,18 cm, 11 (AMI) con 8,04 cm, 12 (ASI) con 8,12 cm, 2 (SyMI) con 9,49 cm, 1 (SyAI) con 10,41 cm, y 4 (FAI) con 12,48 cm.

En las plantas silvestres, también hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Los de mayor promedio fueron los tratamientos 11 (*IpMI*) con 7,51 cm, 10 (*IpAI*) 5,40 cm, 5(*CyMI*) con 4,93 cm, 6 (*CySI*) con 4,73 cm.

Para la aplicación en la superficie, los cultivos presentan significancia estadística (cuadro 28A), siendo el tratamiento 6 (FSS) con 28,71 cm, es el de mayor longitud.

En las plantas silvestres no se presentó significancia entre los tratamientos, observando el tratamiento 1 (*RAI*) 6,57 cm, la mayor longitud de raíz y los tratamientos 2 (*RMS*), 7 (*EAS*), 8 (*EMS*) y 9 (*ESS*) con promedio 0, la menor longitud.

4.1.2.8 Peso fresco de las plantas

Los valores correspondientes a esta variable pueden ser observados en los cuadros 35 y 36.

En la forma de aplicación del material vegetal incorporado, se obtuvo significancia estadística en la siembra de cultivares (cuadro 20A); los tratamientos que alcanzaron mayor peso al ser cosechados fueron, 8 (*MnMI*) con 25,46 g, 9 (*MnSI*) con 21,90 g, 7 (*MnAI*) con 20,62 g, 5 (*FMI*) con 18,22 g, 4 (*FAI*) con 17,85 g, 6 (*FSI*) con 15,39 g.

Para las plantas silvestres, en el análisis estadístico no se obtuvo significancia; el tratamiento que alcanzó mayor peso lo obtuvo el 6 (*CySI*), con 1,48 g.

En los tratamientos donde se aplicó el material vegetal en la superficie; para los cultivos el análisis estadístico determinando significancia (cuadro 29A), los cultivos que alcanzaron mayor peso fueron T8 (MnMS) con 26,59 g, T7 (MnAS) con 23,03 g y T9 (MnSS) con 21,61 g. Los de menor peso T12 (ASS) con 1,41 g, T11 (AMS) con 1,61 g, y T10 (AAS) con 1,78 g.

Para las plantas silvestres, el análisis estadístico no presentó significancia; el tratamiento 4 (CyAS) alcanzó 1,18 g, y los tratamientos 2 (RMS), 7 (EAS), 8 (EMS), y 9 (ESS), con el peso 0.

Cuadro 33: Promedio de largo (cm), de raíz de cultivos: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A) sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	Sy A	10,41 b	11,90 c
2	Sy M	9,49 b	12,71 c
3	Sy S	13,69 a	8,88 c
4	F A	12,48 b	7,18 c
5	F M	14,23 a	8,78 c
6	F S	19,22 a	28,71 a
7	Mn A	18,24 a	21,38 b
8	Mn M	16,85 a	16,79 b
9	Mn S	15,43 a	20,05 b
10	A A	7,18 b	9,21 c
11	A M	8,04 b	8,28 c
12	A S	8,12 b	8,51 c
	Media	12,78	13,53
	Promedio general		13,15

Cuadro 34: Promedio de largo (cm), de raíz de malezas *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

	Tratamientos	Forma de aplicación	
		Incorporado	Superficie
1	R A	1,65 b	6,57 a
2	R M	0 b	0 a
3	R S	0 b	0,80 a
4	Cy A	1,50 b	5,87 a
5	Cy M	4,93 a	0,83 a
6	Cy S	4,73 a	2,85 a
7	E A	0,75 b	0 a
8	E M	1,50 b	0 a
9	E S	0,90 b	0 a
10	Ip A	5,40 a	3,12 a
11	Ip M	7,51 a	4,87 a
12	Ip S	2,62 b	5,81 a
	Media	2,62	2,56
	Promedio general		2,59

Cuadro 35: Promedio de peso fresco (gr) de cultivos: soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); Sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.

	Tratamientos		Forma de aplicación			
			Incorporado		Superficie	
1	Sy	A	6,76	b	11,16	b
2	Sy	M	5,68	b	9,91	b
3	Sy	S	9,47	b	7,93	b
4	F	A	17,85	a	11,55	b
5	F	M	18,22	a	13,37	b
6	F	S	15,39	a	11,09	b
7	Mn	A	20,62	a	23,03	a
8	Mn	M	25,46	a	26,59	a
9	Mn	S	21,90	a	21,61	a
10	A	A	0,83	c	1,78	c
11	A	A	0,73	c	1,61	c
12	A	S	0,67	c	1,41	c
Media			11,97		11,75	
Promedio general			11,86			

Cuadro 36: Promedio de peso (gr), fresco de malezas *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy). *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 R A	0,02 a	0,53 a
2 R M	0 a	0 a
3 R S	0 a	0,01 a
4 Cy A	0,11 a	1,18 a
5 Cy M	1,09 a	0,77 a
6 Cy S	1,48 a	0,38 a
7 E A	0,27 a	0 a
8 E M	0,11 a	0 a
9 E S	0,14 a	0 a
10 Ip A	0,49 a	0,91 a
11 Ip M	0,84 a	0,76 a
12 Ip S	0,57 a	0,82 a
Media	0,43	0,44
Promedio general		0,44

4.1.2.9 Peso seco de las plantas

Los valores correspondientes a esta variable pueden ser observados en los cuadros 37 y 38.

Cuando el material vegetal es incorporado, el análisis estadístico dio significancia estadística (cuadro 21A), obteniendo los tratamientos 7 (MnAI), 8 (MnMI), y 9 (MnSI) mayor peso seco con 3,25 g, 3,21 g y 3,14 g, respectivamente. Los tratamientos que obtuvieron menor peso, fueron; 11 (AMI), 10 (AAI) y 12 (ASI) con 0,17 g, 0,21 g y 0,23 g, respectivamente.

Para las plantas silvestres, en esta forma de aplicación, el análisis estadístico no refleja significancia entre los tratamientos.

En los tratamientos donde se aplicó el material vegetal en la superficie, para los cultivos; el análisis estadístico definió significancia (cuadro 30A), los cultivos que alcanzaron mayor peso fueron 8 (MnMS) con 3,77 g, 9 (MnSS) con 3,58 g, 7 (MnAS) con 3,27 g y. Los de menor peso fueron 12 (ASS) con 0,29 g, 11 (AMS) y 10 (AAS) con 0,33 g. Para las plantas silvestres, el análisis estadístico no presentó significancia.

4.1.2.10 Número de malezas germinadas

Los promedios para esta variable se presentan en los cuadros 39 y 40. En la forma de aplicación incorporada para los cultivos, los tratamientos, 3 (SySI), 9 (MnSI), 7 (MnAI), 10 (AAI), 4 (FAI), y 1 (SyAI), se observó el mayor número de malezas germinadas: 17,15, 14,5, 13, 12,25, 11, 10, en su respectivo orden.

Para las plantas silvestres se obtuvo mayor germinación de malezas en el tratamiento 10 (*IpAI*) con un promedio de 17,25 malezas germinadas; los tratamientos que obtuvieron menor promedio de germinación son 12 (*IpSI*), con

0,5, 11 (*IpMI*) y 8 (*EMI*) con promedio de 0,75, 9 (*ESI*) con 1,5, 2 (*RMI*) y 3(*RSI*) con promedios de 2 plantas en cada uno, 5 (*CyMI*) con 2,25, 6 (*CySI*) con 2,75.

En la forma de aplicación superficie, los cultivos, el tratamiento que obtuvo el mayor promedio de malezas germinadas es el 1 (*SyAS*) con 11,25 plantas.

Para las plantas silvestres, el tratamiento 4 (*CyAS*) el mayor número de malezas, 10,75; en los tratamientos 11 (*IpMS*) y 12 (*IpSS*) no hubo.

Cuadro 37: Promedio de peso seco de cultivos (gr): soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 Sy A	0,94 c	1,81 b
2 Sy M	0,81 c	1,44 b
3 Sy S	1,39 c	1,27 b
4 F A	2,42 b	1,60 b
5 F M	2,45 b	1,77 b
6 F S	1,99 b	1,51 b
7 Mn A	3,25 a	3,21 a
8 Mn M	3,21 a	3,77 a
9 Mn S	3,14 a	3,58 a
10 A A	0,21 d	0,33 c
11 A M	0,17 d	0,33 c
12 A S	0,23 d	0,29 c
Media	1,68	1,74
Promedio general		1,71

Cuadro 38: Promedio de peso seco de malezas (gr), *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R), *Cyperus rotundus* L (Cy), *Euphorbia heterophylla* L (E), e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	R A	0 a	0,11 a
2	R M	0 a	0 a
3	R S	0 a	0,01 a
4	Cy A	0,03 a	0,29 a
5	Cy M	0,77 a	0,19 a
6	Cy S	1,00 a	0,08 a
7	E A	0,05 a	0 a
8	E M	0,02 a	0 a
9	E S	0,01 a	0 a
10	Ip A	0,07 a	0,13 a
11	Ip M	0,15 a	0,09 a
12	Ip S	0,07 a	0,11 a
Media		0,18	0,08
Promedio general			0,13

Cuadro 39: Promedio de malezas germinadas en cultivos de soya (Sy), fréjol (F), maní (Mn) y arroz (A); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en el sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación		
	Incorporado	Superficie	
1	Sy A	10,00 a	11,25 a
2	Sy M	2,00 b	1,50 b
3	Sy S	17,75 a	1,50 b
4	F A	11,00 a	3,50 b
5	F M	2,50 b	0,25 b
6	F S	6,50 b	3,00 b
7	Mn A	13,00 a	7,25 b
8	Mn M	0,25 b	0,75 b
9	Mn S	14,50 a	0,75 b
10	A A	12,25 a	5,00 b
11	A M	1,00 b	0,50 b
12	A S	17,00 a	2,00 b
Media		8,97	3,10
Promedio general		6,03	

Cuadro40: Promedio de malezas germinadas en malezas *Rottboellia cochinchinensis* L.f.(R, *Cyperus rotundus* L (Cy). *Euphorbia heterophylla* L (E)., e *Ipomea spp.*(Ip); sembradas en macetas bajo condiciones de invernadero, con 2 formas de aplicación de material vegetal seco de arroz, maíz y sorgo en sustrato.

Tratamientos	Forma de aplicación	
	Incorporado	Superficie
1 R A	9,00 b	4,00 a
2 R M	2,00 c	1,25 a
3 R S	2,00 c	0,25 a
4 Cy A	9,50 b	10,75 a
5 Cy M	2,25 c	2,50 a
6 Cy S	2,75 c	1,25 a
7 E A	11,25 b	3,75 a
8 E M	0,75 c	1,50 a
9 E S	1,50 c	1,25 a
10 Ip A	17,25 a	7,00 a
11 Ip M	0,75 c	0 a
12 Ip S	0,50 c	0 a
Media	4,95	2,79
Promedio general		3,87

4.1.3 CAMPO

4.1.3.1 Altura de planta a los 39 y 110 días

El promedio para esta variable se observan en el cuadro 41. El análisis de varianza (cuadro 49A), presentó significancia estadística. En el tratamiento 6 (D50), combinación de material vegetal incorporado de arroz, con Dual 50 se obtuvo la mayor altura de planta a los 39 días, 46,2 cm; tratamiento que obtuvo menor altura la presentó el tratamiento 9 (P100) donde se combinó material vegetal incorporado con Prowl 100, 33,25 cm.

A los 110 días los tratamiento que obtuvieron plantas con mayor altura en la combinación de material vegetal incorporado de arroz con producto químico, fueron tratamientos 2 (D0) 72,57 cm y 6 (D50) con 72,24 cm; la menor altura fue para el tratamiento 9 (P100) 58,01 cm.

Cuadro 41: Promedio de altura (cm) de plantas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo

Tratamientos	Altura de plantas a los 39 días	Altura de plantas a los 110 días
1 PROWL 0	44,12 b	70,40 b
2 DUAL 0	42,92 b	72,57 a
3 PROWL 25	45,55 b	69,03 b
4 DUAL 25	43,57 b	67,32 b
5 PROWL 50	37,97 c	60,75 c
6 DUAL 50	46,2 a	72,24 a
7 PROWL 75	36,62 c	58,92 c
8 DUAL 75	45,52 b	68,36 b
9 PROWL 100	33,25 d	58,01 d
10 DUAL 100	42,32 b	64,85 b
Medias	41,80	66,24

4.1.3.2 Número de vainas:

Los promedios obtenidos en esta variable lo describe el cuadro 42; el análisis estadístico, no señala significancia al 5 % de probabilidades, obteniendo un solo rango de probabilidades (cuadro 51A); el mayor número de vainas se encontraron en el tratamiento 6 (D50) con una media de 84.47 vainas por planta, y el menor número de vainas, en el tratamiento 9 (P100) con una media de 60 vainas por plantas.

Cuadro 42: Promedio de número de vainas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo

Tratamientos	Número de vainas por plantas
1 PROWL 0	76,57 a
2 DUAL 0	64,37 a
3 PROWL 25	80,65 a
4 DUAL 25	80,05 a
5 PROWL 50	61,02 a
6 DUAL 50	84,47 a
7 PROWL 75	78,22 a
8 DUAL 75	66,95 a
9 PROWL 100	60 a
10 DUAL 100	79,25 a
Media	73,15

4.1.3.3 Número de semillas:

Los promedios de ésta variable se observan en el cuadro 43; el análisis estadístico da como resultado que al nivel de 5 % de probabilidades no existe significancia (cuadro 52A), obteniendo solo un rango de probabilidades. El mayor número de semillas se encontró en el tratamiento 4 (D25) con una media de 187.45 semillas por plantas, y el menor número de semillas por planta se encontró en el tratamiento 9 (P100) con un promedio de 119.65 semillas por planta.

Cuadro 43: Promedio de semillas por plantas, del cultivo de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo

	Tratamientos	Número de semillas por plantas
1	PROWL 0	160,2 a
2	DUAL 0	139,87 a
3	PROWL 25	181,55 a
4	DUAL 25	187,45 a
5	PROWL 50	126,85 a
6	DUAL 50	171,15 a
7	PROWL 75	182,05 a
8	DUAL 75	124,25 a
9	PROWL 100	119,65 a
10	DUAL 100	155,75 a
	Media	154,88

4.1.3.4 Peso de cien semillas:

En el cuadro 44 se detallan los promedios de esta variable. El mejor peso de 100 semillas lo obtuvieron los tratamientos 1 (P0) y 7 (P75) con un peso de 17,75 gramos que es igual estadísticamente a los demás tratamientos. No se notó significancia al 5 % de probabilidades (cuadro 53A); el menor peso lo obtuvo el tratamiento 8 (D75) con una media de 17 gramos.

Cuadro 44: Promedio de peso (gr) a las 100 semillas de soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo

Tratamientos	Peso de cien semillas
1 PROWL 0	17,75 a
2 DUAL 0	17,25 a
3 PROWL 25	17 a
4 DUAL 25	17,5 a
5 PROWL 50	17,5 a
6 DUAL 50	17 a
7 PROWL 75	17,75 a
8 DUAL 75	17 a
9 PROWL 100	17,5 a
10 DUAL 100	17,25 a
Media	17,35

4.1.3.5 Presencia de malezas:

Los promedios que corresponden a esta variable se observan en el cuadro 45; en cada una de las parcelas nacieron diferentes malezas; el arroz tuvo mayor presencia en el tratamiento 9 (P100), obteniendo un promedio de 100,5 plantas por m², y la menor presencia en el tratamiento 4 (D25) con un promedio de 19.5 plantas por m².

La mayor presencia de *Cyperus* fue evidente en el tratamiento 2 (D0), con un promedio de 7,5 plantas por m², la menor presencia se evidenció en el tratamiento 4 (D25), con una media de 1,25 plantas por m².

En la parcela que corresponde al tratamiento 4 (D25) se evidencio mayor presencia de *Ipomoea* con una media de 2.5 plantas por m², en la parcela que corresponde al tratamiento 7 (P75) se encontró menos número de esta maleza con un promedio de 0,5 plantas por m². Otras malezas también fueron evidentes teniendo mayor presencia en el tratamiento 2 (D0) con un promedio de 7 plantas, y en menor numero se encontró en el tratamiento 8 (D75) con 0,25 plantas por m².

El análisis estadístico muestra que para la presencia de arroz en las parcelas muestra significancia al 5 % de probabilidades (cuadro 54A), obteniendo dos rangos de significancia. Para las demás malezas no presenta ninguna significancia en cada uno de los tratamientos (cuadros 55A, 56A y 57A).

Cuadro 45 : Número de malezas germinadas en los diferentes tratamientos en el cultivo de soya del ensayo "INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES" en la fase de campo

Tratamiento	Germinación de arroz	Germinación de <i>Cyperus</i>	Germinación de <i>Ipomoea</i>	Germinación de otras malezas
1 PROWL 0	51,00 b	6,00 a	1,50 a	4,25 a
2 DUAL 0	36,00 b	7,50 a	0,75 a	7,00 a
3 PROWL 25	52,00 b	3,25 a	1,25 a	3,25 a
4 DUAL 25	19,50 c	1,25 a	2,50 a	4,50 a
5 PROWL 50	37,50 b	3,50 a	2,00 a	5,25 a
6 DUAL 50	21,00 d	5,25 a	2,25 a	1,50 a
7 PROWL 75	30,50 b	5,00 a	0,50 a	4,00 a
8 DUAL 75	60,00 b	2,75 a	1,50 a	0,25 a
9 PROWL 100	100,50 a	1,75 a	1,50 a	4,75 a
10 DUAL 100	35,50 b	3,25 a	1,25 a	4,50 a
Media	44,34	3,95	1,50	3,92

4.1.3.6 Rendimiento por parcela

El promedio de esta variable se presenta en el cuadro 46; el tratamiento 1 (P0) alcanzó 24,75 kilogramos por parcela y el menor rendimiento para el tratamiento 5 (P50) con un promedio de 15,78 kilogramos por parcela. El análisis estadístico no presenta significancia (cuadro 58A), es decir todos los tratamientos representan una igualdad en sus medias poblaciones.

Cuadro 46: Promedio de rendimiento (Kg) soya en los diferentes tratamientos del ensayo “INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES DE ARROZ, MAÍZ Y SORGO SOBRE EL DESARROLLO DE ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES” en la fase de campo

Tratamientos	Rendimiento por parcela
1 PROWL 0	24,75 a
2 DUAL 0	23,45 a
3 PROWL 25	24,28 a
4 DUAL 25	23,05 a
5 PROWL 50	15,78 a
6 DUAL 50	20,5 a
7 PROWL 75	18,23 a
8 DUAL 75	23,15 a
9 PROWL 100	16,9 a
10 DUAL 100	19,97 a
Media	21,01

5. DISCUSIÓN

En el laboratorio, la solución alelopática que no permitió la germinación de todas las semillas fue la de arroz al 10 %; el porcentaje de germinación fue la mas baja frente a las soluciones de maíz y sorgo, lo que se coincide con DANA ED. (2003, en línea), cuando manifiesta que las sustancias toxicas que expulsan ciertas plantas, inhiben o interfieren en la germinación de semillas.

En una clara respuesta por alejarse de la solución acida, ocurrió, cuando las raíces de las semillas que pudieron germinar, se dirigieron sus raicillas fuera de la solución de arroz al 10 % como un modo de defensa.

Lo señalado anteriormente es confirmado por AN M., PRETLEY J. y HAIG T. (2000, en línea) y RICE (1974), PATTERSON (1981) y OHDAN, *et al.* (1995), citado por PUENTES ISIDRONM (1996), quienes manifiestan que los aleloquímicos afectan el proceso de germinación, a más de presentar semillas necrosadas, raíz y tallo reducidos, y que, en acto de defensa quieren alejarse de la solución; especialmente esta reacción se la pudo ver en las concentraciones altas que se realizaron y mas frecuente fue en la solución de arroz, dando como resultado muerte prematura en relación a las semillas germinadas en condiciones libres de aleloquímicos.

En el invernadero, donde se probaron las dos formas de aplicación se comprobó lo que manifiesta PAZMIÑO A. (1999, en línea), en el sentido de que la liberación de aleloquímicos por efecto de los microorganismos, muestra su influencia en el vigor de las plantas, éstas resultaron más frágiles, presentaban clorosis y el follaje no era abundante.

Se pudo comprobar una reacción similar a la ocurrida en el laboratorio cuando las raíces trataban de alejarse del medio al que estaban expuestos.

En las macetas que se sembró arroz, y se aplicó material vegetal seco de arroz no existió ninguna reacción alelopática entre ellas, no inhibieron su desarrollo en ninguna de las dos formas de aplicación.

En el campo, la producción fue inferior a la que se establece para esta variedad; sin embargo, es necesario destacar que la producción de soya se la llevó a cabo sin la aplicación de fertilizantes nitrogenados que son recomendados para su producción. Tomando en consideración lo que manifiesta CROVETTO.C (1984); la aplicación de rastrojos vegetales en forma incorporada y superficial, no solo libera aleloquímicos sino que, adiciona nutrientes necesarios que se encuentran presentes en los rastrojos, y con la ayuda de los microorganismos presentes en el suelo hacen que estos se liberen y aporten con nutrientes a la planta.

En comparación con los cultivos de soya que en la estación se llevaban a la par, en el presente experimento las plantas presentaron una coloración verde más intensa. Sin embargo las plantas resultaron con tallos más débiles y mayor número de vainas, incrementándose el índice de volcamiento.

El tamaño de las semillas en relación a las características que da el Manual de Cultivo de Soya del INIAP (2005), son más pequeñas, aunque su peso (17,75 gramos) prácticamente cumple con las especificaciones de 16 a 20 gramos. El número promedio de vainas por plantas, 84,47, supera a lo señalado en el referido manual, es decir de 40 a 80. La altura de las plantas de esta variedad (72,57 cm) concuerda con las especificaciones de 60 a 78 cm.

El uso de material vegetal de arroz, ocasionó gran presencia de plantas de arroz germinadas, convirtiéndose en una maleza, por la interferencia que realizaba al estar presente en un cultivo de soya.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los residuos vegetales de arroz, maíz y sorgo, poseen propiedades alelopáticas que podrían ser utilizados en el control de malezas y en aporte de nutriente a los cultivos.
- En los cultivos en condiciones de invernadero, se pudo observar la reacción de las plantas cultivables y silvestres (malezas) frente a la presencia de los residuos vegetales, concluyendo que los medios maíz y arroz son los más alelopáticos y, en menor grado, el sorgo.
- En forma preliminar, dosis medias del herbicida comercial Dual en combinación con material vegetal incorporado, inhibe el crecimiento de malezas (cuadro 45, pág 70).
- El uso de alelopatía en nuestro país, puede ser una buena alternativa, no solo para el control de malezas como es conocido en estudios realizados, si no para el control de plagas y enfermedades.

RECOMENDACIONES

- Seguir realizando estudios sobre los efectos internos que sufre la planta al estar expuesta a material aleloquímico como medición de clorofila, exámenes foliares, niveles óptimos de nutrientes en interrelación con cero labranzas.
- Recomendar que esta investigación sea establecida en otros puntos del país, tomando como material donante otros cultivos como tabaco, tomate, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA.

AN M., PRATLEY J. y HAIG T. 2000. Allelopathy: from concept to reality en línea. Consultado en julio del 2008. Disponible en <http://me.csu.edu.au/agronomic/papers/314/.Html>.

BALLESTER, A. y VIEITEZ AM. 1977. Estudio químico de compuestos alelopáticos presentes en Ericáceas en línea. Consultado en diciembre del 2007. Disponible en [http://www.rjb.csic.es/pdfs/Anales_34\(2\)_715_721.pdf](http://www.rjb.csic.es/pdfs/Anales_34(2)_715_721.pdf)

CROVETTO LC. 1984 Alelopatía: Herbicidas naturales en el manejo de la cero labranza. Chile Agrícola v. 9 p. 210-211

DANA ED. 2003. Documento de malherbología en línea. Consultado en diciembre del 2007. Disponible en <http://www.ual.es/personal/edana/bot/>

DE LA CRUZ R. 1998. La alelopatía en el manejo de malezas. Material didáctico. Curso de Malezas, Estudio de Postgrado. Turrialba CR. CATIE

DÍAZ V., KOGAN M., y BENGEOA R. 1985. Efectos alelopáticos sobre especies frutales Chile. Aconex 9: 16 – 19.

FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION FAO 2007. Importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivos. En línea consultado en enero del 2008. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y503ls/y503lsOf.htm>

GLIESSMAN RS 1989. Allelopathy and agricultural sustainability. In: Phytochemical Ecology Institute of Botany. Academia Sinica Monograph Series No. 9. Taipéi, ROC en línea. Consultado en enero del 2008. Disponible en http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2000/Alelopatia%20y%20diversidad.html

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP
EC. 2005. Manual del cultivo de soya. Programa Nacional de Oleaginosas
Boliche, EC. 153 p.

LABRADA R. 2004 Manejo de malezas para países en desarrollo ESTUDIO
FAO PRODUCCIÓN Y PROTECCIÓN VEGETAL Add. 1 120

LOPEZ-COLLADO J. y ALEMAN LJ. 2007. Banco de semillas en suelo,
alelopatía y diversidad en línea. Consultado en enero del 2008. Disponible en
<http://www.colpol.mx/cveracruz/SubMenu>

MINOTTI PL. y SWEET RD. 1981. Role of crop competition in limiting losses
from weeds. En D. Pimental ed. Handbook of pest management in agriculture.
Vol. II. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos de América. CRC Press. pp. 351-
367 en línea. Consultado en diciembre del 2007. Disponible en
<http://www.fao.com/manejodemalezaparapaisesendesarrollo>

PAZMIÑO A. 1999. Fisiología Vegetal Universidad de Chile Escuela de
Agronomía en línea. Consultado en diciembre del 2007. Disponible en [www.e-
mas.co.cl/categorías/cnaturales/alelopatía](http://www.e-mas.co.cl/categorías/cnaturales/alelopatía)

PUENTE ISIDRÓN M. 1996. Influencia alelopática de restos de cosechas en dos
estados fisiológicos sobre cuatro cultivos de importancia económica. Tesis de
maestría Santa Clara, CU. Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP)
Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

RICE EL. 1984. Allelopathy. In: Physiological ecology. A serie of monographs,
texts and treatises. (Kozlowsky. T. T.) De Second Academic Press. Orlando
Florida USA en línea. Consultado en diciembre del 2007. Disponible en
<http://www.e-mas.co.cl/categoria/cnaturales/alelopatia.htm>

SAMPIETRO DA. 2003. Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho en línea. Consultado en enero del 2008. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>

UNIVERDIDAD FEDERAL DE VIÇOZA BR. consultada en enero del 2008
Disponible en <http://www.ufv.com>

WHITTAKER RH. 1971. The chemistry of communities. In: Biochemical interations among plants. Washington, Nature Academic Science. 108 p.

<C:\Documents and Settings\Usuario\Mis documentos\DIGITALES TRABAJOS DE GRADUACIÓN\2010\ANEXOS INFLUENCIA DE RESIDUOS VEGETALES.pdf>