



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**EFFECTO DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN EL
ESTABLECIMIENTO DE *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey. COMO
COBERTURA VIVA EN CÍTRICOS**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN
VEGETAL**

PRESENTA:

HÉCTOR FLORES GONZÁLEZ

Marzo del 2003

Chapingo, Estado de México.



**DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
AREA DE EXAMENES PROFESIONALES**



BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

Bib-98569

**EFFECTO DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN EL
ESTABLECIMIENTO DE *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey. COMO
COBERTURA VIVA EN CÍTRICOS**

Tesis realizada por **Héctor Flores González** bajo la dirección del Comité
Asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR: 
Ph.D. JUAN LORENZO MEDINA PITALUA

ASESOR: 
Ph.D. JOSÉ ALFREDO DOMÍNGUEZ VALENZUELA

ASESOR: 
DR. SANTOS GERARDO LEYVA MIR

A: 410 641

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México a través del CONACYT por la Beca otorgada para la conclusión de la Maestría y a la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Parasitología Agrícola por permitirme realizar y culminar los estudios de Maestría en Ciencias.

A la Dirección General de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma Chapingo por el apoyo brindado por medio del proyecto N° 02180240-C.

A la Secretaria de Educación Pública y al CONACYT por medio del proyecto México- Cuba. SEP-CONACYT. REF. E120.940/2002.

Al Ph.D. Juan Lorenzo Medina Pitalúa por ser una gran persona, maestro y amigo. No pude encontrar mejores consejos y apoyo. Gracias. Dios le bendiga.

Al Ph.D. José A. Domínguez Valenzuela por los consejos de superación constante, por permitirme trabajar con usted. Gracias Dios le bendiga.

Al Dr. Gerardo Leyva Mir por sus valiosas correcciones al presente trabajo.

A la Dirección, Coordinación y a todos los profesores del Programa de Postgrado en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola.

A las personas que me apoyaron en todo momento: Sr. Felipe Martínez, Sr. Oscar, Sras. Sofía, Ma. Elena y Aurora...con respeto y agradecimiento.

A los que facilitaron mi desempeño en la conclusión de esta meta... Gracias

Héctor.

DEDICATORIA

Primeramente a gracias a **DIOS** en todo y por.... todo.

A mis padres:

Sr. Urbano Flores Rojas y Sra. Isabel González Bruno

Gracias por su ejemplo en todo momento; con amor, respeto y admiración.

A mis hermanos:

Alfredo y Evelín; Norma Edith, José Angel, Urbano y Dulce Mariana.

Por ser fuente de inspiración para seguir adelante.

A mis Abuelos (as):

Don Trinidad Flores Tinoco[†] (Tu obra y trabajo estarán siempre vigentes...)

Sra. Reyes Rojas Olvera y Sra. Inés Bruno Alvarado

A mis amigos:

H. Daniel Cortés (Sin palabras), Juan Carlos Echavarría (Mexicubano y hermano), Julieta Hernández (Por esos momentos), Javier Arcos, Roberta Aldama, , Alex P. Miceli (Que nivel amigo..super), Angelina Cruz, Maribel Cortéz, Alex Sosa Caballero (Alfa y Omega).

A **Mairel Valle de la paz**.....tu sabes porque.

A mis compañeros, amigos y a todos los que de una u otra manera formaron parte de esta empresa.....Gracias.

Sinceramente.....Héctor

DATOS BIOGRAFICOS

El autor es originario del Ejido Nuevo Progreso del Municipio de Tihuatlán Estado de Veracruz, México; donde realizó estudios básicos para posteriormente trasladarse a la ciudad de Poza Rica, Ver. y concluir estudios de nivel medio superior en una escuela Oficial. Es en la Universidad Autónoma Chapingo en el Estado de México donde ingresa al Propedéutico y al Departamento de Fitotecnia donde obtiene el Título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia con tesis sobre producción forzada de cítricos. Una vez concluida la licenciatura, regresa al ejido de origen donde se integra al Comisariado Ejidal, brindando además asesoría en producción de cítricos y legislación agraria; paralelamente trabajó en la Comisión Federal de Electricidad de la Residencia Veracruz Norte en el Departamento de indemnizaciones sobre dictámenes agronómicos, recibiendo el nombramiento de encargado del proceso indemnizatorio de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas. En enero del 2001 se integra al Programa de Postgrado en Protección Vegetal en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

CONTENIDO	Pág.
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia de los cítricos en México.	4
2.1.1. Origen y distribución de los cítricos	5
2.1.2. Requerimientos generales para el cultivo de cítricos	5
2.2. Importancia de las malezas en los cultivos de cítricos	6
2.2.1. Principales especies de malezas de los cítricos.	8
2.2.2. Zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	9
2.2.2.1. Importancia	9
2.2.2.2. Requerimientos ambientales	9
2.2.2.3. Características morfológicas	10
2.2.3. Control de malezas en cítricos.	11
2.2.3.1. Principales métodos de control de malezas	12
2.3. Importancia y tipos de coberturas vegetales	17
2.3.1. Especies utilizadas como coberturas vivas	19
2.3.1.1. <i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC. var. <i>utilis</i> (Wight) Burck	20
2.3.1.2. <i>Neonotonia wightii</i> (Arn.) Lackey	23

III. MATERIALES Y METODOS	26
3.1. Establecimiento del experimento	26
3.1.1. Distribución y diseño de tratamientos	26
3.2. Desarrollo de tratamientos	27
3.2.1. Establecimiento de tratamientos con cobertura de <i>Mucuna pruriens</i>	28
3.2.1.1. Tratamiento con cobertura durante 6 meses (A)	28
3.2.1.2. Tratamiento con cobertura durante 12 meses con cosecha de semilla producida por la especie (B)	29
3.2.1.3. Tratamiento con cobertura durante 12 meses sin cosecha de semilla producida por la especie (C)	29
3.2.2. Establecimiento de los tratamientos de corte	29
3.2.2.1. Corte mensual de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) durante un año (D)	30
3.2.2.2. Corte trimestral de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) durante un año (E)	30
3.2.3. Establecimiento del tratamiento de control químico de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) (F)	30
3.3. Variables evaluadas y análisis de datos	31
3.4. Determinación de variables	31
3.4.1. Determinación de peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson.	31
3.4.1.1. Metodología de muestreo	32
3.4.2. Determinación del porcentaje de emergencia de la especie <i>Mucuna pruriens</i> .	34
3.4.3. Determinación del peso fresco y seco de la especie <i>Mucuna pruriens</i> .	34

3.4.4. Determinación del porcentaje de cobertura de la especie <i>Mucuna pruriens</i> .	35
3.4.5. Cosecha de la semilla de la especie <i>Mucuna pruriens</i> .	36
3.4.6. Evaluación del efecto de métodos de control sobre malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas.	37
3.4.7. Evaluación del efecto de métodos de control en el establecimiento de <i>N. wightii</i> .	37
3.4.7.1. Siembra y evaluación de la emergencia de <i>N. wightii</i>	37
3.4.7.2. Evaluación de métodos de control sobre el peso fresco y seco de <i>N. wightii</i> .	38
3.4.7.3. Evaluación del efecto de métodos de control sobre malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas emergidas en el sitio de siembra de <i>N. wightii</i> .	39
3.4.8. Identificación de especies dicotiledóneas y monocotiledóneas presentes por efecto de los tratamientos de control.	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40

4.1. Efecto de métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>)	40
4.1.1. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2001.	40
4.1.2. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en marzo del 2001.	41
4.1.3. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2001.	42

Johnson en abril del 2001.	
4.1.4. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en mayo del 2001.	43
4.1.5. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en septiembre del 2001.	44
4.1.6. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en diciembre del 2001.	46
4.1.7. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2002.	51
4.1.8. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2002.	55
4.1.9. Comparación del efecto de la cobertura de <i>Mucuna pruriens</i> como método de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de <i>Sorghum halepense</i> en cítricos.	59
4.1.9.1. Porcentaje de emergencia de <i>Mucuna pruriens</i>	63
4.1.9.2. Porcentaje de cobertura, peso fresco y seco de <i>Mucuna pruriens</i>	63
4.1.9.3. Evaluación de la producción de semilla producida por <i>Mucuna pruriens</i>	65

4.1.10. Comparación del efecto del control con corte mensual y trimestral sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de <i>Sorghum halepense</i> en cítricos.	65
4.1.11. Comparación del efecto del control químico sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de <i>Sorghum halepense</i> en cítricos.	67
4.2. Efecto de los métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas en abril del 2002	68
4.3. Efecto de los métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas distintas a <i>Sorghum halepense</i> en abril del 2002	69
4.4. Efecto de métodos de control de malezas en el establecimiento de <i>Neonotonia wightii</i> , como cobertura viva en cítricos	69
4.4.1. Efecto en la germinación de <i>Neonotonia wightii</i> .	69
4.4.2. Efecto sobre el peso fresco y seco de <i>Neonotonia wightii</i> .	70
4.5. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas presentes en el sitio de siembra de <i>Neonotonia wightii</i> 50 días después del establecimiento	75
4.6. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas presentes en el sitio de siembra de <i>Neonotonia wightii</i> 50 días después del establecimiento	77
4.7. Especies dicotiledóneas y monocotiledóneas presentes por efecto de los tratamientos de control	77
V. CONCLUSIONES	80
VI. LITERATURA CITADA	82
ANEXOS	89

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de <i>S. halepense</i> en los tratamientos de control al 21 abril del 2001	42
Cuadro 2.- Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas en de <i>S.</i> <i>halepense</i> los tratamientos de control al 17 mayo del 2001	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en septiembre del 2001	44
Figura 2.- Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en diciembre del 2001	46
Figura 3.- Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2002	52
Figura 4.- Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2002	56
Figura 5.- Efecto de métodos de control sobre el peso fresco de la parte aérea de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) de Febrero de 2001 a abril del 2002	60
Figura 6.- Efecto de métodos de control sobre el peso seco de la parte aérea de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) de Febrero de 2001 a abril del 2002.	61

Figura 7.- Efecto de métodos de control sobre el peso fresco de rizomas de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) de Febrero de 2001 a abril del 2002	62
Figura 8.- Efecto de métodos de control sobre el peso seco de rizomas de zacate Johnson (<i>Sorghum halepense</i>) de Febrero de 2001 a abril del 2002	62
Figura 9 – Porcentaje, peso fresco y seco de la cobertura de <i>Mucuna pruriens</i> en cítricos de febrero del 2001 a febrero del 2002.	64
Figura 10.- Efecto de métodos de control de malezas en el peso fresco de <i>Neonotonia wightii</i> 50 días después del establecimiento.	70
Figura 11.- Efecto de métodos de control de malezas en el peso seco de <i>Neonotonia wightii</i> 50 días después del establecimiento	71
Figura 12.- Efecto de métodos de control de malezas en el peso fresco de <i>Neonotonia wightii</i> 6 meses después del establecimiento.	73
Figura 13.- Efecto de métodos de control de malezas en el peso seco de <i>Neonotonia wightii</i> 6 meses después del establecimiento	73
Figura 14.- Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas presentes en el sitio de siembra de <i>Neonotonia wightii</i> 50 días después del establecimiento	76

RESUMEN

EFFECTO DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey. COMO COBERTURA VIVA EN CÍTRICOS

La investigación se estableció en Martínez de la Torre Veracruz, México, en una huerta de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) infestada con zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), durante 2001 y 2002. El objetivo fué evaluar el efecto de métodos convencionales de control de malezas (químico y corte manual) con la especie *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wight) Burck como cobertura viva en el control de zacate Johnson para establecer permanentemente *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey, también como cobertura viva. El diseño fué de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones; la unidad experimental fué de 10 por 2 m, establecida en el centro de las hileras del limón. Los tratamientos fueron: cobertura de *M. pruriens* durante 6 meses; cobertura de *M. pruriens* durante un año con cosecha de la semilla; cobertura de *M. pruriens* durante un año sin cosecha de semilla; corte mensual durante un año; corte trimestral durante un año y control químico trimestral con glifosato durante un año usando 1.2 kg. de i.a. ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron peso fresco y seco de la parte aérea y de rizomas de *S. halepense* y peso fresco y seco de la parte aérea de otras malezas. Se determino el peso fresco y seco de *M. pruriens*, porcentaje de emergencia así como el porcentaje de cobertura y producción de semilla. Se evaluó la densidad de plántulas y el peso de la cobertura de *Neonotonia wightii*. Los resultados mostraron una disminución en el peso de la parte aérea y rizomas de *S. halepense*, después de 6 meses de establecimiento del experimento en los tratamientos con cobertura y corte mensual. Los tratamientos a base de corte mensual y químico disminuyeron la población de zacate Johnson, propiciando la emergencia de otras especies de malezas. No existió diferencia estadística entre tratamientos en la densidad de plántulas de *N. wightii* pero los mejores tratamientos para establecer *N. wightii* fueron: cobertura durante 6 meses y durante un año. Se puede utilizar la cobertura viva como herramienta efectiva en el control de malezas sin distinción del método de control químico y control con corte mensual.

Palabras clave: Cítricos, Control de Malezas, Coberturas vegetales, *Mucuna pruriens*, *Neonotonia wightii*, *Sorghum halepense*.

ABSTRACT

This research was carried out in Martínez de la Torre, Veracruz, Mexico; in a Persian lime (*Citrus latifolia* Tan.) orchard completely infested by Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) The objectives were to evaluate the effects of conventional weed control methods based on herbicide and hand mowing with the smother crop species *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wight) Burck on the Johnsongrass control to establish *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey. A completely randomized block design with 6 treatments and 4 replications was used. The experiment unit consisted of an area of 10 by 2 m, settled in between the lime tree rows. Treatments tested were *M. pruriens* growing during 6 months; *M. pruriens* growing during one year with seed harvesting; *M. pruriens* growing during one year without seed harvesting; monthly hand mowing of Johnsongrass during one year; hand mowing every 3 months of Johnsongrass during one year and chemical control every 3 months with glyphosate during one year at 1.2 kg. a.e. ha⁻¹. The effects of weed control methods on Johnsongrass fresh and dry weight of shoots, rhizomes and other weeds species were recorded. Additionally, *M. pruriens* weight, emergence, cover and seed production were evaluated, as well as *N. wightii* fresh and dry weight, density and ground cover. Johnsongrass shoot weight and rhizomes weight after 6 months were reduced by *M. pruriens*. Chemical and monthly hand mowing of Johnsongrass allowed other weed species to appear. According with the results, Johnsongrass control with *M. pruriens* is as effective as the chemical and monthly hand mowing methods. *N. wightii* emergence was not statistically different among weed control treatments. *N. wightii* best establishment was achieved with treatments growing for 6 months and one year with seed harvesting. Growing *M. pruriens* for 6 or 12 months is possible to successfully establish *N. wightii*, as with any of the treatments tested.

Key words: citrus, weeds control, cover crops, *Mucuna pruriens*, *Neonotonia wightii*, *Sorghum halepense*.

1.- INTRODUCCIÓN

El cultivo de los cítricos en México ocupa el primer lugar en superficie cosechada de todas las especies frutícolas, las especies cultivadas en orden de importancia son: naranja, limón y mandarina; las dos primeras representan cerca del 50% de la superficie cosechada y más del 35% de la producción de los cultivos frutícolas en México, siendo el Estado de Veracruz el principal productor (Zedillo, 2000).

En el mantenimiento de las huertas de cítricos, el control de malezas representa una de las actividades que ocupa el mayor tiempo del manejo. En las regiones tropicales las malezas representan uno de los mayores problemas en la producción de cítricos ya que compiten por los recursos que los cultivos requieren para su normal crecimiento y reproducción (Doll, 1986).

Los métodos de control de malezas más utilizados en las zonas citrícolas son el químico y el corte. El uso de estos métodos depende principalmente de las condiciones económicas y de la pendiente del terreno. En Veracruz predomina el control químico mediante el uso de glifosato, cuyas aplicaciones excesivas provocan que el suelo este libre de protección en las épocas de mayor precipitación, generando con ello una mayor intensidad de erosión del suelo.

Las malezas más importantes en las zonas citrícolas de Veracruz son las gramíneas dentro de las que destaca el zacate Johnson (*Sorghum halepense*

(L.) Pers.). Esta maleza afecta la mayoría de las huertas de cítricos en la región. El zacate Johnson por su agresividad es la más importante en las zonas citrícolas del país, además de tener la capacidad de propagarse rápidamente por semillas y vegetativamente a través de rizomas e infestar las áreas de cultivo (Curti-Díaz *et al.*, 1996; Casanova, 1999; San Martín, 2000).

Uno de los métodos poco estudiados en el control de malezas en frutales es el control biológico mediante la utilización de coberturas vegetales, las cuales constituyen una alternativa dentro del manejo de poblaciones de malezas debido a la gran cantidad de beneficios que aportan. La utilización de especies de cobertura viva principalmente leguminosas anuales y perennes como *Mucuna pruriens* y *Neonotonia wightii*, proporcionan además de una importante cobertura otros beneficios adicionales como el control de malezas por desplazamiento y competencia, control de la erosión, aporte de nutrientes y materia orgánica entre otros.

En la presente investigación se comparó el efecto de los métodos de control más utilizados como el químico y el corte, con la utilización del control biológico con una cobertura viva de la especie anual *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wight) Burck, leguminosa agresiva y de cobertura total, la que por sus características se supone podría ser eficiente en el desplazamiento de Zacate Johnson (*Sorghum halepense*). Se observó como influyen estos métodos en el establecimiento de la especie perenne *Neonotonia wightii* (Arn.) Lackey leguminosa reportada también como eficiente en el control de la erosión en

laderas en cultivos perennes, la cual reduce además las poblaciones de malezas pero que en sus primeras fases fenológicas es muy susceptible a la competencia por estas, debido al tamaño pequeño de sus semillas y plántulas (Skerman *et al.*, 1988). Esta investigación trata de proporcionar al productor de cítricos una alternativa económicamente aceptable y ecológicamente sustentable. El control biológico de malezas con la utilización de coberturas vegetales vivas puede ser adaptado a las nuevas tecnologías de producción de los cultivos anuales y perennes.

1.1. Objetivos

Comparar el efecto del control químico y corte manual con el control biológico, utilizando la especie anual *Mucuna pruriens* como cobertura viva en el control de zacate Johnson y el posterior establecimiento de *Neonotonia wightii*.

1.2. Hipótesis

El control de malezas utilizando la cobertura viva anual de *Mucuna pruriens* resulta ser eficiente y económico en el control de malezas y más específicamente de Zacate Johnson, al compararlo con los métodos convencionales de control, facilitando así el establecimiento de la cobertura perenne de *Neonotonia wightii*.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de los cítricos en México.

Los cítricos son las especies frutales cultivadas en México más importantes por los ingresos que generan a un vasto número de familias que viven de ellas. Los cítricos en México ocupan el primer lugar en producción y superficie cosechada con respecto a otros frutales. En el año 2000 se cosecharon 12,952,200 toneladas de los principales cultivos frutícolas, en una superficie cosechada de 1,035,500 ha. La naranja ocupó el primer lugar en producción con 3, 390,400 ton en una superficie de 325, 800 ha y el limón ocupó el cuarto sitio con 1, 297,000 ton en una superficie de 122,400 ha. El rendimiento promedio por hectárea fué de 10.4 y 10.6 ton respectivamente (Zedillo, 2000). Según Fox (2001) la producción se incrementó para el año 2001 en 1.7% debido al aumento de la superficie cosechada que fué de 5.9%. Por lo anterior, la naranja y el limón representan cerca del 50% de la superficie cosechada y más del 35% de la producción de los cultivos frutícolas en México.

La naranja se cultiva en la mayoría de los estados del país, sobresaliendo Veracruz, Nuevo León, Tamaulipas, Sonora, San Luis Potosí, Tabasco y Yucatán (Casanova, 1999). De los limones cultivados destacan el limón persa (*Citrus latifolia*) que se cultiva principalmente en la costa del Golfo de México y el limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) que se cultiva en la costa del pacífico. Veracruz es el principal productor de limón persa, seguido de Tabasco y

Yucatán (Espinosa y Santoyo, 1992). El limón Persa o limón sin semilla ha adquirido enorme importancia económica durante los últimos 15 años en México, generando cerca de 2 millones de jornales anuales durante los procesos de producción, cosecha, empaque y comercialización (Curti-Díaz *et al.* 1996).

2.1.1. Origen y distribución de los cítricos

Los cítricos son originarios de China y fueron introducidos en México en el año de 1518. Los países más importantes en producción son: Brasil, España y Estados Unidos (Loussert, 1992). México ocupa el cuarto lugar en el mundo, destacándose el estado de Veracruz con la mayor superficie cosechada de cítricos distribuida en los municipios de Álamo, Martínez de la Torre, Tihuatlán, Papantla y Gutiérrez Zamora, entre otros. Las especies más cultivadas en la mayoría de los municipios son la naranja, limón persa y mandarinas. La mayor superficie cultivada de limón es en la zona de Martínez de la Torre; mientras que las mandarinas son cultivadas en la zona de Tihuatlán y Álamo.

2.1.2. Requerimientos generales de los cultivos de cítricos

Los cítricos necesitan de temperaturas en el orden de los 10-12°C para las medias invernales y de 22 a 24 °C para las medias de verano. Las temperaturas óptimas de vegetación son de 22 a 26. °C; temperaturas arriba de los 30 a 32 °C causan una detención del crecimiento de la parte aérea de los árboles. La

temperatura y la humedad son los factores más importantes en el desarrollo de estos cultivos promoviendo en muchos casos la floración que se puede dar en varias ocasiones y etapas; además la temperatura influye en la coloración de los frutos, mientras que la baja humedad del suelo provoca estrés en la planta, siendo un factor determinante para la producción de flores y frutos fuera de época (Loussert, 1992).

La profundidad mínima del suelo para la implantación de una huerta de cítricos debe ser aproximadamente de 1 metro; sin embargo, en suelos arenosos y fácilmente penetrables, las raíces pueden desarrollar hasta 2 m de profundidad. La presencia en el suelo o en el subsuelo de una capa de arcilla o de una costra calcárea puede dificultar el desarrollo de las raíces. En general los suelos bien aireados, permeables y con un contenido de elementos finos (arcilla y limos) y arenas deben de estar en una proporción de 50 a 50. La materia orgánica juega un papel importante en la formación de agregados y en el mantenimiento de la buena estructura del suelo. Contenidos al 2-3% de materia orgánica en los 20 primeros centímetros del suelo son considerados como buenos. Los cítricos prefieren los suelos de pH neutro (7) o ligeramente ácido (6.5) (Loussert, 1992).

2.2. Importancia de las malezas en el cultivo de cítricos

El término maleza se refiere al efecto nocivo hacia el cultivo, de las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas. Estas plantas si no se controlan

pueden reducir el rendimiento y/o calidad del cultivo, causando grandes pérdidas al agricultor (Espinosa y Sarukhan, 1997).

En los cítricos la maleza compite por agua, nutrientes y luz en las plantaciones nuevas; dificultan las labores culturales y de cosecha; además hospedan plagas que provocan daños a las plantas de cítricos (Victoria Filho, 2001). La competencia al inicio del ciclo del cultivo causa una reducción en el rendimiento, y cuando la maleza aparece al final se dificulta la cosecha y reduce la calidad de los frutos (Rubio, 1994).

En las regiones tropicales frecuentemente las malezas ocasionan pérdidas en la producción no solamente por competencia si no también debido a la presencia de plantas enredaderas que dificultan la cosecha. Dentro de la clasificación de las 200 especies consideradas como las peores malezas del mundo por familia botánica la familia Poaceae (Graminae) ocupan los primeros lugares, dentro de esta familia se encuentran especies irritantes que impiden la realización de labores culturales en los campos como es el caso de *Rottboellia cochinchinensis*. (Doll, 1986.).

En general los bajos rendimientos de cítricos se deben entre otras cosas al régimen de temporal en que se practica la mayor parte de la citricultura y al control de malezas (Casanova, 1999).

2.2.1. Principales especies de malezas en cítricos

El daño ocasionado por las especies de malezas va desde la reducción de la producción, aumento de costos de producción, hasta la devaluación de las tierras. Victoria Filho (2001) menciona que las huertas en Brasil disminuyen de valor por la presencia de *Cyperus* sp y *Sorghum halepense*.

En la mayoría de las zonas citrícolas del norte de Veracruz las especies más frecuentes son: El agritos (*Oxalis* sp.), mozote amarillo (*Melampodium divaricatum*), mozote blanco (*Bidens pilosa*), hierba amargosa (*Parthenium hysterophorus*), las malvas (*Malva* spp y *Sida* spp.); zacate Johnson (*S. halepense*), zacate cosecha (*Panicum fasciculatum*), zacate agrarista (*Cynodón dactylon*), coquillo (*Cyperus* sp), zacate de agua (*Echinochloa colona.*), zacate pata de gallo (*Eleusine indica*). También existen bejucos de la familia Convolvulaceae. Además de las ya mencionadas se encuentran otros tipos de malezas que son de difícil control debido al hábito de crecimiento que ellas presentan. Un ejemplo de ellas es el "chapis" , "malaste" o "lengua de vaca" (*Anthurium* sp.) que puede llegar a cubrir y secar la copa del árbol si se le deja desarrollar libremente. Los productores le eliminan manualmente una o dos veces al año (Casanova, 1999; Curti-Díaz et al. 1996).

Específicamente en la zona de Martínez de la Torre en huertas citrícolas predomina el zacate Johnson, caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) zacate

bermuda, mozote blanco, mozote amarillo, hierba amargosa y malaste (*Anthurium flexile*). (San Martín 2000).

2.2.2. Zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.). Pers.).

2.2.2.1. Importancia

López, (1984) menciona que el zacate Johnson se ha introducido en algunas partes como planta forrajera y que actualmente se identifica como una de las diez peores malezas en el mundo. Es una planta agresiva invasora por excelencia, se propaga en forma natural en los terrenos por medio de semillas y rizomas. *Sorghum halepense* se encuentra entre las diez especies mencionadas con mayor frecuencia en una encuesta nacional en E. U. sobre las malezas que requieren mayor información para su manejo (Doll, 1986).

2.2.2.2. Requerimientos ambientales

El zacate Johnson es una maleza introducida del mediterráneo, se adapta a alturas de 0 a 1400 msnm cerca del bosque caducifolio, pastizal, encinar, áreas abiertas, orillas de caminos y corrientes de agua. Se considera una maleza importante en los cítricos (Torres y Martínez, 1993).

Se adapta fácilmente a los suelos del golfo de México. En un estudio sobre las plantaciones de gramíneas que se encuentran en las zonas citrícolas de

Martínez de la Torre, Ver. se encontró esta maleza afectando principalmente a cítricos (López, 1984; Torres y Martínez 1993).

El zacate Johnson es una especie de día corto que florece mejor en un periodo de 12 horas (López, 1984). La mayor incidencia de zacate Johnson se obtiene durante los meses de abril a septiembre cuando la temperatura media mensual es de 20 a 30 °C; en cambio en los meses de octubre a marzo la incidencia de zacate Johnson disminuye debido a que la temperatura fluctúa entre 10 a 20 °C (Castro y Rojas, 1983).

2.2.2.3. Características morfológicas

Maleza perenne, de tallo erecto, usualmente de 1 a 2 m de alto, entrenudos elípticos, glabros. Las laminas de las hojas son planas de 20 a 60 cm de largo por 1-3 cm de ancho, caedizas lanceoladas, puntiagudas lisas en ambas superficies. La Inflorescencia es una panícula terminal de 15 a 30 cm de largo, oval a piramidal erecta o arqueada, presentando espiguillas en pares una sésil y perfecta la otra pedicelada (Torres y Martínez, 1993). Los tallos se forman a partir de rizomas. Como todas las gramíneas, tiene raíces fibrosas (López, 1984).

Una planta proveniente de semilla da origen a mayor cantidad de semilla, macollos y rizomas que una planta proveniente de rizomas. Esto puede ser consecuencia de la necesidad de la planta para formar órganos de

almacenamiento de carbohidratos para asegurar su supervivencia (Castro y Rojas, 1983).

Después de la formación de las panículas (inflorescencias), ocurre la formación más intensamente del sistema rizomatoso y también el almacenamiento de carbohidratos (Kissman, 1991). Asimismo López (1984) menciona que el 90% de la producción anual de rizomas ocurre después de que las plantas han floreado y que una sola planta puede producir de 70 a 100 m de rizomas en un mes.

El zacate Johnson cuenta con inhibidores de crecimiento y germinación de semillas en sus tallos, hojas y rizomas que liberan al medio haciendo más agresiva esta especie. Es más enérgica la acción inhibidora de los rizomas, principalmente hacia las dicotiledóneas que a las gramíneas; afectando principalmente la germinación lo que le da la ventaja al zacate Johnson de ser la primera ocupante y competir más agresivamente (Rosales y Rojas, 1983; Rosales, 1980).

2.2.3. Control de malezas en cítricos

El control de malezas implica una gran inversión de energía y dinero en el laboreo o en otros métodos como el uso de herbicidas (Espinosa y Sarukhan, 1997). Los cítricos necesitan de un efectivo sistema de combate de malezas ya que estas reducen su desarrollo y disminuyen los rendimientos (Pérez, 1978).

El control de malezas es una de las actividades más caras dentro del proceso de producción por emplear grandes cantidades de energía (Rubio, 1994). Domínguez y Medina (2000) mencionan que en plantaciones convencionales de cítricos el control de malezas ocupa del 50 al 60% del tiempo del manejo de la huerta.

2.2.3.1. Principales métodos de control de malezas

Generalmente los métodos más importantes de control de malezas en cítricos son el químico, el mecánico y el manual. El uso de estos métodos depende de la pendiente del terreno y del nivel tecnológico de los productores, considerando que la mayoría de las huertas en Veracruz se encuentran en zonas de laderas lo que propicia más el uso de los métodos manuales y químicos; en estas parcelas de difícil mecanización y explotaciones pequeñas, está muy difundido el empleo de maquinas manuales los herbicidas glifosato y sulfosato (Medina, 2001). Lo anterior lleva a un incremento en los costos de producción donde en algunas zonas los productores de cítricos dedican hasta el 70% de los costos al control de la maleza (Cruz, 2000).

Curti-Díaz *et al.* (1996) hacen referencia al control de las malezas en áreas de laderas donde el productor generalmente lo realiza por medio de chapeos con machete o por medio de herbicidas de contacto (paraquat) o sistémicos (Glifosato, 2,4-D). Estos herbicidas son aplicados en toda el área de cultivo por

lo general de 4 a 6 ocasiones obteniéndose un periodo de control de tres meses.

En Veracruz en el año de 1981 se iniciaron por primera vez los experimentos con el herbicida glifosato, con la finalidad de encontrar la metodología adecuada para controlar zacate Johnson (Bustamante, 1983). Actualmente es predominante el control con Glifosato.

El glifosato (N- (fosfonometil) glicina) es un herbicida sistémico, no selectivo de amplio espectro que se absorbe por el follaje y se trasloca por el floema a toda la planta, incluso a los órganos subterráneos, siendo altamente efectivo en órganos de reproducción vegetativa como rizomas y tubérculos (Cruz, 2002).

Según Casanova, (1999) en la zona de Martínez de la Torre, por comunicación de los productores, el método de control más común es el manual, mediante la utilización del azadón y el machete, seguido en orden de importancia, por el paso de rastra jalada por tractor. Estos sistemas son parcialmente eficaces y solo reducen temporalmente la infestación sin llegar a eliminarla. El control manual consiste en arrancar las malas hierbas con azadones, machetes, etc., principalmente. Es efectivo para controlar todo tipo de maleza, ocasiona pocos daños al ambiente; sin embargo presenta algunos inconvenientes cuando no se efectúa a tiempo y adecuadamente; es caro, lento y es poco duradera su acción. El chapeo mecánico es un método muy usado por los citricultores de

más recursos, en áreas que permiten el paso del tractor. Su desventaja es que no puede ser usado en toda época y terreno.

Cuando se controla la maleza químicamente se realiza sobre toda la superficie del terreno. Este tipo de control tiene algunas ventajas sobre el control mecánico y manual, ya que proporciona un periodo más amplio de control, el área radical de los árboles no es perturbada y se reduce el número de jornales hasta 80% con respecto al control manual. La modalidad más reciente de controlar malezas es la combinación del control químico y el mecánico; este sistema consiste en aplicar el herbicida en "banda" sobre la zona de goteo de los árboles y utilizar la chapeadora para controlar mecánicamente la maleza que se encuentra en las calles. Este sistema ha dado buenos resultados, ya que elimina la maleza dentro de la zona de goteo, además se ahorra entre el 30 y 50 % del producto químico (Curti-Díaz *et al.* 1996).

Los herbicidas más utilizados en la región de Martínez de la Torre son los de contacto y sistémicos. El paraquat dentro de los de contacto es el más conocido y el glifosato y 2,4-D amina (Hierbamina) a dosis de 2-4 l respectivamente; dentro de los sistémicos son los productos más utilizados por los productores. En la zona se requieren de 4 aplicaciones por año siendo el periodo de control con estos herbicidas de 3 meses (Casanova 1999) asimismo se recomiendan herbicidas sistémicos para las malezas perennes cuando estas tienen alturas de 30cm. Las dosis de utilización de glifosato son de 1 a 1.2 kg de i.e/ha. y en

algunas ocasiones sobretodo para gramíneas de difícil erradicación se recomiendan dosis de 1.8 a 3.6 kg de i.e/ha (Loussert, 1992).

En el caso del control de zacate Johnson se deben de tomar en cuenta las características de la planta, su forma de propagación y sus características morfológicas y fisiológicas. Dentro de los diversos métodos de control empleados para el control de zacate Johnson, el químico es el que ha ofrecido mayor eficiencia sobretodo en los rizomas; sin embargo en el suelo queda una cantidad considerable de semillas que en un momento dado pueden reinfestar los terrenos en un ciclo corto debido a que las plantas provenientes de semillas tiene mayor capacidad de reproducción (Castro y Rojas, 1983). En aplicaciones de glifosato cuando el zacate Johnson presenta alturas de 15 cm se observa un control del 86% a los 90 días después de la aplicación, esto es debido a la buena traslocación del herbicida observándose además muerte del 100% de los rizomas presentes hasta una profundidad de 30cm. Por otra parte la aplicación de glifosato cuando la altura de zacate Johnson rebasa los 30 cm; el control es errático y la mortandad de rizomas baja lo que ocasiona un rebrote excesivo (Bernal, 1983).

El control de zacate Johnson es uno de los problemas más importantes en las zonas citrícolas de Veracruz debido a la forma de propagación vegetativa a través de rizomas. Los rizomas poseen gran agresividad y se prestan a multiplicación rápida y continua (López, 1984); muchas veces los herbicidas si se aplica en periodos donde la planta ya alcanzó la madurez, resultan

ineficaces. La eficiencia de los herbicidas sistémicos se basa en que estos funcionan mejor si son aplicados en la época de almacenamiento de carbohidratos, es decir, antes de la formación de las paniculas (Kissman, 1991). Según McWhorter (1972) el control de los rizomas es esencial para el control de *S. halepense*.

El control de zacate Johnson mediante cortes de la maleza con machete o chapeos es ampliamente practicado en la zona. López (1984) encontró que el menor rendimiento de parte aérea de zacate Johnson se obtiene cuando se practican cortes continuos, esta disminución esta relacionada con el desarrollo de los rizomas. Cualquier corte practicado antes de la maduración de la parte aérea reducirá la producción de rizomas. Asimismo, cuando se corta la planta a alturas entre 30 y 37 cm, se reduce el desarrollo de rizomas y la formación de semillas. El corte, debilita la planta y origina el desarrollo de rizomas pequeños y superficiales. Según Cruz (2002) el corte mensual ofrece buenos resultados en la reducción del banco de semillas de zacate Johnson, aunque los cortes de la maleza incrementan los costos de producción. Sin embargo los métodos convencionales como el corte cada tres meses y/o control químico no resultan ser tan efectivos en el control de *S. halepense*

En la actualidad el concepto de agricultura sustentable esta tomando impulso al desarrollar nuevas técnicas de cultivo con el propósito de mantener un equilibrio entre los recursos naturales y las necesidades humanas. Este tipo de

agricultura sustentable aplica medidas de conservación con la aplicación mínima de insumos químicos (Osorio, 2000).

En México algunas prácticas tradicionales de control de malezas se utilizan leguminosas (Caamal *et al.*, 2001), aunque estas prácticas no están muy difundidas debido a la poca investigación.

El uso de leguminosas para el manejo o control de malezas es una estrategia más que se puede implementar para controlar malezas en naranja en combinación con otras técnicas (Jarillo, 1994). La incorporación de coberturas vegetales como método de control de malezas, además de múltiples beneficios, trae consigo la reducción de los costos asociados a la contaminación por la aplicación de herbicidas (Sain y Buckles, 1998).

2.3. Importancia y tipos de coberturas vegetales.

La importancia de las coberturas vegetales radica principalmente en la cantidad de benéficos que aportan a los sistemas de producción de los cultivos; algunos de estos beneficios son el control de la erosión y la recuperación de suelos (Domínguez y Medina, 2000). Otros beneficios son: la aportación de nutrientes, el mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo y no menos importante el control de malezas, entre otras. Es recomendable mantener siempre cubierta la superficie del suelo con alguna cobertura, de preferencia

con alguna leguminosa, con el fin de mejorar la productividad de los cultivos y la reserva de nutrimentos en forma sostenible a través del tiempo (López, 1996).

Las coberturas vivas vegetales acompañan temporal o permanentemente a otro cultivo económicamente importante. Las coberturas muertas se obtienen de los residuos de un cultivo sembrado ex profeso para producir materia seca y proteger la superficie del suelo (Dominguez y Medina, 2000). El cultivo de especies de coberturas se debe realizar tomando en cuenta las características de la zona donde se establecerán. Las especies utilizadas se les debe dar el manejo adecuado para que puedan desarrollarse y manifestar su potencial ya que de ello dependen los beneficios adicionales al cultivo de importancia.

El cultivo de coberturas vegetales esta teniendo gran desarrollo en países como India, Sudáfrica, Japón, Estados Unidos de Norte América y Costa Rica entre otros. En México esta practica está tomando importancia pero presenta problemas como cualquier otro cultivo de reciente introducción (Cruz, 2000); además se debe de tomar en cuenta que la sostenibilidad de un agroecosistema sujeto a condiciones de elevada temperatura y precipitación (como la mayoría de las zonas citricolas del país), demanda el manejo del suelo mediante prácticas de conservación y recuperación (Gudiño, 1995).

Las coberturas vegetales son cultivos a los que no se les ha dado la debida difusión, debido a que no se conocen aspectos de su manejo, aun cuando este tipo de sistema ha sido el resultado de la experimentación realizada por

numerosos campesinos y científicos en el transcurso de cuatro siglos (Buckles, 1995).

2.3.1. Especies utilizadas como coberturas vivas.

Cuando se incluye un sistema de cobertura vegetal con determinado fin (control de malezas, manejo de erosión, aportación de nutrientes etc.), se debe tomar en cuenta el papel que tendrán las especies a utilizar como cobertura dentro del sistema de producción del cultivo. Es importante señalar que para que una especie pueda funcionar como cobertura vegetal en un cultivo dado, debe de ocasionar la menor interferencia.

Las especies empleadas como coberturas vivas pueden ser leguminosas o leguminosas asociadas a gramíneas o crucíferas (Loussert, 1992). Tomando en cuenta que el uso de cultivos de cobertura con leguminosas desempeña un papel importante en la conservación del suelo, en el mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas, en el control de la erosión al aumentar la actividad biológica del suelo y en el control de malezas y otras plagas (Uc 2001, Buckles y Barreto 1996; Domínguez, 1990). Por la necesidad de proteger al suelo de los efectos erosivos de las precipitaciones y contribuir a la fertilidad del mismo es necesario introducir leguminosas perennes de crecimiento rápido entre las hileras del cultivo de plantación. Dichas leguminosas deben tener características como su fácil establecimiento, cobertura del terreno rápida y correcta, que sea agresiva para las malezas entre otras (Skerman *et al.*, 1991).

Curti-Díaz *et al.* (1996) consideran a las coberturas a base de leguminosas como una alternativa para las zonas citrícolas de Veracruz. Ellos mencionan que el sistema consiste en establecer especies vegetales que cubran toda la superficie del suelo, evitando el desarrollo de las malas hierbas y aportando beneficios adicionales al sistema de producción. Para la zona de Martínez de la Torre la soya perenne (*Neonotonia* sp.) es una excelente alternativa para las huertas citrícolas, sobre todo para aquellas establecidas en laderas. Por otra parte, *Mucuna pruriens* es una leguminosa que se adapta fácilmente a las condiciones ecológicas de la región mostrando gran eficiencia para controlar malezas (Jarillo, 1994).

El uso de leguminosas como cultivos de cobertura en sistemas de producción y rotación de cultivos anuales, ofrece un gran potencial para una producción autosostenida de cultivos y para la autosuficiencia de nutrientes del suelo (Hernández, 1992.).

2.3.1.1. *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wight).
Burck.

Sinónimos: *Mucuna pruriens* Bort.; *Stizolobium aterrimum* Piper y Tracey; *S. niveum* Kuntze. En México se le conoce como "frijol terciopelo", "pica pica mansa", "nescafé" entre otros nombres. Es una planta rastrera, se extiende hasta seis metros, presenta hojas grandes y lisas de 20 a 25 cm de largo y 7.5

a 12.5 cm de ancho. Las flores blancas brotan en racimos, las vainas, de 10 a 14 cm son curvas y con pubescencia. Semillas blancas, negras o moteadas (Skerman *et al.*, 1991).

Mucuna pruriens probablemente es originaria de Asia meridional y Malasia. Actualmente esta ampliamente distribuida en los trópicos donde crece con exhuberancia y produce alta cantidad de materia orgánica (McKee 1930, Skerman *et al.*, 1991). García y Montiel (1999) mencionan que *Mucuna pruriens* es popular en las zonas tropicales húmedas de Mesoamérica; de las leguminosas cultivadas esta es la que más biomasa produce, más nitrógeno fija y mejor controla a las malezas. Esta especie necesita de un clima cálido, a alturas de 0 a 2100 msnm, la precipitación requerida es de 650 a 2500 mm; tolera una amplia gama de suelos (Skerman *et al.*, 1991). En México se desarrolla en las zonas tropicales bajas (no inundables) hasta los 1200 msnm y la precipitación debe ser mayor de 1000 mm al año (Narváez y Guevara, 1999). Jarillo (1994) en la zona de Martínez de la Torre, observó que el crecimiento y cobertura de *Mucuna pruriens* 45 días después de la siembra fué de 25% de cobertura y a los 75 días observó 70%, mientras que después de 105 días, más del 90% de cobertura de la especie *Mucuna pruriens*.

En una evaluación agronómica de *Mucuna pruriens* en México, se observó que la floración de la especie se da en octubre y la fructificación en noviembre, la floración tarda aproximadamente 56 días y la planta alcanza la madurez en enero que es cuando se cosechan las vainas y semillas (García y Montiel 1999;

Reyes y Sánchez, 1997). Al terminar el ciclo en el mes de enero deja una capa vegetal que se incorpora al suelo, ayudando a reducir la emergencia de malezas (Osorio, 2000; García y Montiel, 1999; Jarillo 1994).

Mucuna pruriens se siembra entre las plantaciones como abono verde, además que puede utilizarse como forraje o pastoreo (McKee, 1930). Esta especie es sumamente efectiva para suprimir el crecimiento de malezas anuales y perennes como el zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.). W.D. Clayton), Malaste (*Anthurium flexile* Scoott). Aunque esta especie es efectiva para controlar malezas tiene el inconveniente de su hábito de crecimiento trepador lo que la hace poco aceptable para los citricultores (San Martín, 2000). La producción de biomasa explica la habilidad competitiva interespecifica (maleza-cobertura), el abundante follaje ahoga a competidores que pudieran ocupar los espacios disponibles (Ortíz, 1995; Flores, 1999). Cuando una especie como la anterior se utiliza para el control de malezas se debe de tomar en cuenta que se le tiene que dar el manejo necesario para que esta prospere dentro del cultivo, dicho manejo se refiere a un despunte de las guías (Osorio, 2000; Jarillo, 1994). Según Domínguez, (1990) el uso de coberturas vivas de preferencia a base de leguminosas herbáceas es una táctica que podría ser efectiva en el manejo de las malezas. El mismo autor señala que las especies con hábitos de crecimiento trepador como *Mucuna pruriens* se requiere de corte manual de las guías trepadoras por lo menos cada 2 meses.

Para esta misma especie se han realizado algunos experimentos para manejar el hábito de trepador como aplicación de herbicidas reguladores de crecimiento. Las concentraciones más adecuadas son 130 y 83 ppm para 2,4-D y dicamba respectivamente (San Martín, 2000).

Por otra parte la cobertura muerta basada en residuos de *Mucuna pruriens* puede proporcionar una solución efectiva al problema de malezas en algunos sistemas. Bajo otras circunstancias las coberturas con especies no leguminosas, como paja de cereales y pastos mejoran la germinación y rendimiento de ciertos cultivos como resultados de sus efectos sobre la temperatura y humedad del suelo, especialmente donde el recurso agua es limitante. Además de la interceptación de luz, las coberturas muertas tienen un efecto mecánico al impedir la emergencia de las plántulas de malezas (Domínguez 1990).

2.3.1.2. *Neonotonia wightii* (Arn.). Lackey.

Sinónimos: *Notonia wigthii* Arn.; *Neonotonia javánica* L.; *N. wightii* (Arn) Verc. Se le conoce comúnmente como glycine, soya perenne etc. Es una planta herbacea perenne con la raíz principal robusta, de porte rastrero, tallos trepadores y volubles. Hojas pinadas y trifoliadas, presentan pubescencia. Racimos alargados de 4 a 30 cm de largo con grupos de flores blancas, vainas pilosas de 1 a 4 cm de largo con tres a ocho semillas pequeñas. Pertenece al

subgénero *Glycine* que es puramente africano. Se encuentra en Indonesia, Asia tropical y África (Skerman *et al.*, 1991).

Cuando *N. wightii* tiene tres meses de establecida presenta hojas más grandes y a los seis meses presenta hojas más pequeñas, se ha observado que al realizar defoliaciones o cortes se estimula el rebrote de nuevos vástagos provocando con ello mayor cantidad de hojas (Ríos, 1989).

El tamaño de la semilla es pequeño, las medidas de las semillas cuyo perfil es de 1.9 mm, el extremo hilar es de 2.0 mm, el hileum 0.8 mm, el micrópilo de 0.2 mm. La semilla de frente mide 3.0 mm y de ancho 1.3 mm. El peso de 100 semillas es de 7 g, existiendo 14285.7 semilla por kg (Godínez, 1990).

Es una planta perenne que crece en verano, se desarrolla con vigor desde los tallos y coronas cuando el clima es cálido y cuando existe suficiente humedad. Es una planta de día corto. Las heladas ocasionan caída de hojas pero la planta tiene tolerancia dependiendo del cultivar. Se adapta mejor en las áreas de lluvias en verano de 750 a 1500 mm, aunque es tolerante a la sequía cuando la planta esta bien establecida. Se comporta mejor en suelos profundos, francos no ácidos, con pH. superior a 6.5, es bastante tolerante a la salinidad (Skerman *et al.*, 1991). Responde bien a la fertilización fosfórica de 250 kg ha⁻¹ de fósforo, obteniéndose un nivel máximo de producción de materia seca (Ríos, 1989).

No tiene buena capacidad para propagarse de manera natural, el suelo para la siembra debe de estar completamente libre de malezas. Puede sembrarse al voleo o en hileras a 0.5 m donde se emplea 2.5 a 6 kg ha⁻¹ dependiendo del porcentaje de germinación, a una profundidad de 1 a 2 cm. El establecimiento y la nodulación son sus principales defectos. Cuando la planta inicia su crecimiento se ve afectada por las malezas, pero cuando ya se estableció puede suprimir a estas, por lo cual se necesita controlar a las malezas en las primeras etapas para conseguir un establecimiento adecuado (Skerman *et al.*, 1991).

Tiene un rendimiento de 50 ton ha⁻¹ de materia verde al año y 8 a 10 ton ha⁻¹ de materia seca. La semilla se recoge a mano, dependiendo de la zona se han recolectado hasta de 750 hasta 1000 kg ha⁻¹ de semilla (Skerman *et al.*, 1991) . Godínez (1990) en condiciones de invernadero en México obtuvo 186.25 kg ha⁻¹ de semilla.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante 2001 y 2002 en el ejido Manantiales del Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, México. Se encuentra a una altura de 151 msnm. El clima es de tipo. Af(M) (E) gw" clasificado como un clima cálido húmedo con lluvias en verano. Presenta una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1743 mm. EL mes más seco es febrero con una precipitación de 70 mm y el mes más lluvioso es septiembre con 288 mm (García, 1988).

El experimento se instaló en una huerta de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) de 3 años de edad, injertada sobre una huerta de naranja valencia (*Citrus sinensis* (L.) osbeck.) de más de 20 años de edad y renovada mediante poda total. La distribución de los árboles de limón fué en marco real a 7m de distanciamiento. Las unidades experimentales fueron de 2 m de ancho por 10 m de largo, ubicadas en medio de las calles del limón.

3.1. Establecimiento del experimento

3.1.1. Distribución y diseño de tratamientos

El establecimiento de los tratamientos fué el 17 de febrero de 2001, realizándose un corte general del zacate Johnson en todas las unidades

experimentales como acondicionamiento inicial al terreno. Las parcelas inicialmente tenían una infestación del 100% de zacate Johnson.

El diseño experimental de tratamientos usado fué el de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos de control de zacate Johnson fueron: cobertura viva de *Mucuna pruriens* durante 6 meses (A); cobertura viva de *Mucuna pruriens* durante un año con cosecha de la semilla producida (B); cobertura de *Mucuna pruriens* durante un año sin cosecha de la semilla (C); corte mensual de zacate Johnson durante un año (D); corte trimestral de zacate Johnson durante un año (E) y control químico convencional de la región utilizando el herbicida Glifosato cada tres meses, durante un año a una dosis de 1.2 kg de i.a. ha⁻¹ (F).

3.2. Desarrollo de tratamientos

La definición de los tratamientos obedeció principalmente al interés de estudiar y comparar la efectividad de los métodos de control químico, el corte y la utilización de coberturas en el control del zacate Johnson, maleza importante en las zonas citrícolas de Veracruz, caracterizada por su agresividad hacia el cultivo de naranja. Cabe mencionar que en la zona se utilizan algunos métodos convencionales de control basados en cortes trimestrales y/o aplicación de herbicida utilizados por el productor en el control de zacate Johnson.

3.2.1. Establecimiento de tratamientos con cobertura de *Mucuna pruriens*

La siembra en hileras de la especie *Mucuna pruriens* var. *utilis* (leguminosa anual que se caracteriza por presentar una cobertura abundante), se llevó a cabo el 17 de febrero del año 2001. Skerman *et al.* (1991) menciona que se tiene un mejor desarrollo de la especie cuando esta se siembra en hileras. Se utilizó semilla humedecida previamente durante 12 horas. La siembra se realizó de manera manual con un espeque o coa utilizado en la región para la siembra de maíz. El distanciamiento fué de 50 cm entre matas e hileras; teniendo así 4 hileras ubicadas en el centro de cada parcela, colocando 2 semillas por cada mata. Bajo las condiciones de la presente investigación se utilizaron 22.72 kg de semilla para una hectárea de cítricos, misma que es recomendada por Skerman *et al.* (1991).

Una vez emergidas las plántulas de *M. pruriens* y debido a su habito de crecimiento trepador, se le dió un manejo de conducción para evitar que la cobertura se trepara a los árboles de limón; este manejo consistió en cortar las guías con machete y/o conducir las dentro de la parcela experimental.

3.2.1.1. Tratamiento con cobertura durante 6 meses (A)

En este tratamiento la *Mucuna pruriens* se dejó crecer con la finalidad de estudiar el efecto de la competencia sobre Johnson en un periodo de 6 meses, eliminándose posteriormente con una aplicación de glifosato a una dosis de 1.2

lt de e.a ha⁻¹. Fué hasta pasados 15 días cuando la cobertura se secó completamente, dejando una capa de residuos sobre el suelo.

3.2.1.2. Tratamiento con cobertura durante 12 meses con cosecha de semilla producida por la especie (B)

En este tratamiento se estudió la duración y efecto del crecimiento de la cobertura durante un periodo de un año, en el control de la parte aérea y subterránea de Johnson. La cobertura produjo semilla, la cual se cosecho el 2 de febrero del 2002. Cuando la especie terminó su ciclo, se procedió a levantar manualmente las vainas que contenían las semillas, evitando así que éstas germinaran y se volvieran a reestablecer.

3.2.1.3. Tratamiento con cobertura durante 12 meses sin cosecha de semilla producida por la especie (C)

Este tratamiento se manejó igual que el descrito anteriormente, diferenciándose solo en el destino de la semilla producida, la cual se dejó que germinara y se restableciera nuevamente y así observar la capacidad para competir y controlar a la maleza en un nuevo ciclo.

3.2.2. Establecimiento de los tratamientos de corte

Los tratamientos con corte se establecieron para comparar su efectividad con los tratamientos químico y con la cobertura viva a base de *Mucuna pruriens*.

3.2.2.1. Corte mensual de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) durante un año (D)

El corte se realizó en forma manual con machete cuando la maleza alcanzó una altura aproximada de 30 a 40 cm; misma que ocurría regularmente en un periodo de un mes. Se realizaron 11 cortes mensuales a partir del 17 de febrero y hasta el 22 de diciembre del 2001.

3.2.2.2. Corte trimestral de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) durante un año (E)

Se trató de reproducir lo que comúnmente hace el productor, que es eliminar mediante corte con machete la maleza esperando un periodo de tres meses. Se realizaron 4 cortes trimestrales después del establecimiento del experimento en las siguientes fechas: 26/05/2001, 8/09/2001, 22/12/2001 y el 2/02/2002.

3.2.3. Establecimiento del tratamiento de control químico de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) (F).

El objetivo de este tratamiento fué el de observar el efecto de la aplicación convencional de la región, utilizando glifosato durante un año a una dosis de 1.2 kg de i.a. ha⁻¹.

Se realizaron 4 aplicaciones durante un año, cada tres meses utilizando una aspersora tipo SOLO ^{MR} calibrada a 150 l ha⁻¹ de agua con una boquilla abanico estándar. Las aplicaciones coincidieron en su realización con las fechas de los cortes trimestrales indicados anteriormente.

3.3. Variables evaluadas y análisis de datos

El efecto de los tratamientos de control sobre la dinámica poblacional de *S halepense* se determinó registrando las variables de peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas de zacate Johnson. Así también se evaluó el peso fresco y seco de la cobertura de *Mucuna pruriens*, el porcentaje de emergencia y la producción de semilla. En forma visual se determinó el porcentaje de cobertura de *Mucuna pruriens*. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey a 5%.

3.4. Determinación de variables

3.4.1. Determinación de peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson

Para la toma de datos de peso fresco y seco de la parte aérea de zacate Johnson en cada uno de los tratamientos, se utilizó un cuadro de metal de 50x 50 cm (0.25 m²) el cual se arrojó al azar dentro de la unidad experimental procediéndose a cortar a nivel de suelo la parte aérea de la maleza, colocándola dentro de bolsas de papel previamente identificadas, para

posteriormente registrar su peso fresco y trasladarlas al Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y proceder al secado en estufa a una temperatura constante de 50°C, durante una semana y finalmente registrar su peso seco.

Las muestras de rizomas se obtuvieron utilizando un cuadrado de metal de 30x30cm (0.09 m²) dentro del sitio donde se obtuvieron las muestras de la parte aérea. Se colectaron los rizomas presentes a una profundidad de 10 cm (0.009 m³ de volumen de suelo) que era donde se ubica la mayoría de éstos, según Castro y Rojas (1983). Los rizomas muestreados se colocaron en bolsas de plástico para posteriormente lavarse con agua eliminando el suelo y algunos residuos de tierra y raíces adheridos a ellos. Posteriormente los rizomas limpios se colocaron en bolsas de papel debidamente etiquetadas para ser trasladadas a la estufa a una temperatura constante de 50°C durante una semana, después se tomó el peso seco.

3.4.1.1. Metodología de muestreo.

La determinación del peso fresco y seco de parte aérea y rizomas se basó en 2 muestras por unidad experimental. Cabe aquí hacer la aclaración que la unidad experimental donde se hizo el muestreo fue variando a través del tiempo de acuerdo a las fechas de integración de los tratamientos en el experimento. Se inició con una condición de enmalezamiento de Johnson en el área experimental del 100%, en donde se determina el peso fresco y seco de la parte

aérea y rizomas de Johnson tomando dos muestras por bloque con el procedimiento indicado. Así en la segunda toma de muestras realizada el 20 de marzo del 2001 el procedimiento de muestreo fué separar los tratamientos que tenían *Mucuna pruriens* (A, B y C) de los tratamientos que no tenían (D, E y F) tomando las dos muestras por cada una de estas agrupaciones en cada bloque.

Para la tercera y cuarta toma de datos realizados el 21/04/2001 y 26/05/2001 respectivamente, las muestras se tomaron en las agrupaciones de *Mucuna pruriens* (A, B y C); tratamiento de corte mensual (D) y en los tratamientos con corte trimestral y herbicida (E y F).

La quinta toma de datos realizada el 8 de septiembre del 2001, se hizo en las agrupaciones de los tratamientos con *Mucuna pruriens* (A, B y C); tratamiento de corte mensual (D); tratamiento de corte trimestral (E) y tratamiento de herbicida (F).

La sexta y séptima toma de datos se realizó el 22/12/2001 y el 2/02/2002 respectivamente. Aquí la separación de los tratamientos fué ya más evidente quedando de la siguiente manera: tratamiento de *Mucuna pruriens* durante 6 meses (A), tratamientos con *Mucuna pruriens* (B y C); tratamiento de corte mensual (D); tratamiento de corte trimestral (E) y tratamiento de herbicida (F).

La octava y ultima toma de datos ocurrida el 26 de abril del 2002 se realizo cuando ya se habían cumplido los objetivos de cada uno de los tratamientos en

estudio, teniéndose la separación total de tratamientos de *Mucuna pruriens* durante 6 meses (A); con cosecha de semilla (B) y sin cosecha (C); tratamiento de corte mensual (D), trimestral (E) y con aplicación de herbicida (F).

En esta última toma de datos se observaron los efectos de los tratamientos de cobertura anual con (B) y sin (C) producción de semilla, el tratamiento de corte trimestral (E) y el tratamiento químico (F), ya que estos en la fecha antes mencionada cumplen el ciclo de cuatro aplicaciones y en el caso de las coberturas se observó la duración del efecto de la capa de residuos que dejaron en la superficie.

3.4.2. Determinación del porcentaje de emergencia de la especie *Mucuna pruriens*

Un mes después de la siembra de la cobertura viva a base de *Mucuna pruriens* (20 de marzo del 2001) se contaron las plántulas emergidas, seleccionándose al azar tres hileras de 2 metros lineales cada una, en cada unidad experimental con la leguminosa, para determinar el porcentaje de emergencia.

3.4.3. Determinación del peso fresco y seco de la especie *Mucuna pruriens*

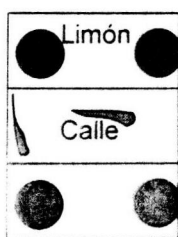
La toma de muestras de parte aérea de *Mucuna pruriens* se realizaron a los 60 y 90 días después de la siembra (DDS), tomándose una muestra por bloque de las plantas en un metro lineal al azar en el centro de la hilera. Para los meses

de septiembre y diciembre esto es a los 200 y 300 DDS la cobertura se extendió por todas las unidades experimentales que la contenían, tomándose 2 muestras por cada bloque indistintamente en los tratamientos de *Mucuna pruriens* (A, B y C) utilizando un cuadrado de 50x 50 cm (0.25 m²) justo en el mismo sitio donde se hizo el muestreo de la parte aérea y rizomas de la maleza estudiada. Se recolectó el follaje de *Mucuna pruriens* y se colocó en bolsas de papel debidamente etiquetadas registrándose el peso fresco para posteriormente trasladarse a la estufa a una temperatura constante de 50°C durante una semana y proceder a tomar el peso seco.

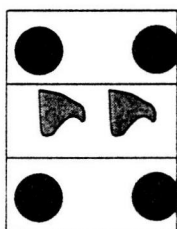
3.4.4. Determinación del porcentaje de cobertura de la especie *Mucuna pruriens*

La determinación del porcentaje de cobertura de *Mucuna pruriens* se hizo de manera visual. La asignación de un valor de porcentaje de cobertura se realizó con la ayuda de una escala arbitraria propuesta en esta investigación.

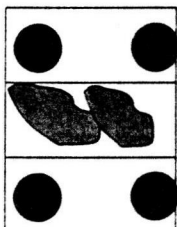
La escala arbitraria para determinar el porcentaje de cobertura fué la siguiente:



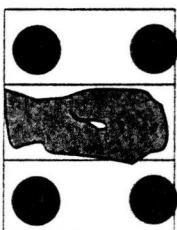
0-10%.- La cobertura aunque establecida no es visible en la mayoría de la parcela, escasamente se observan algunos puntos de crecimiento. Por el contrario los espacios libres y con maleza se observan con facilidad.



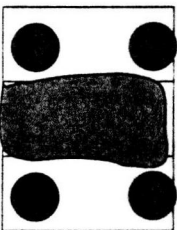
10-30%.- La cobertura ya es visible en la parcela. Se observan algunas áreas pequeñas donde ya alcanzó a cubrir completamente. Se observa ya competencia con malezas.



30-50%.- La cobertura se extiende en la mayoría de la parcela. En algunos sitios los espacios con malezas ya no son visibles. Se empieza a notar un incremento en el desarrollo de la cobertura.



50-75%.- Empieza a extenderse rapidamente en casi la totalidad de la parcela. Los puntos de crecimiento se desarrollan rapidamente. Solo se observan algunos sitios pequeños sin cobertura.



75-100%.- La cobertura cubre totalmente la parcela incluso fuera de ella debido a su crecimiento. Solo se observan algunas malezas que sobresalen por su tamaño.

3.4.5. Cosecha de la semilla de la especie *Mucuna pruriens*

La semilla producida por el tratamiento de cobertura viva un año con cosecha de semilla (B), se colectaron las vainas y se pusieron a secar al sol, posteriormente se recogieron las semillas y se pesaron.

3.4.6. Evaluación del efecto de métodos de control sobre malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Las muestras de peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas distintas a zacate Johnson se tomaron en el mes de abril del 2002, para observar el cambio de poblaciones de malezas por efecto de la acción de los métodos de control durante un año.

En el mismo sitio de muestreo de zacate Johnson se tomaron dos muestras de 0.25 m² en cada unidad experimental. Las especies de monocotiledóneas y dicotiledóneas fueron colectadas en bolsas, pesadas, etiquetadas y trasladadas a la estufa para secado a una temperatura constante de 50°C . El peso seco se determinó hasta que éste era constante.

3.4.7. Evaluación del efecto de métodos de control en el establecimiento de *N. wightii*.

3.4.7.1. Siembra y evaluación de la emergencia de *N. wightii*

La siembra de la especie de cobertura perenne a base de *Neonotonia wightii* fué para el tratamiento de 6 meses con cobertura de *Mucuna pruriens* en el mes de septiembre del 2001 y para los demás tratamientos el 2 de febrero del 2002. Esto con la finalidad de observar el efecto de los métodos de control de zacate

Johnson sobre la emergencia y establecimiento de ésta cobertura a través del tiempo.

La siembra de *N. wightii* se realizó en cuatro hileras de 50 cm de separación, marcando las hileras con un hilo a todo lo largo de la unidad experimental y rayando un surco a una profundidad de 1-3 cm aproximadamente, para colocar la semilla de a chorrillo utilizando 6.8 kg ha^{-1}

Se evaluó al azar el número de plántulas emergidas de *N. wightii* a los 50 DDS en 50 cm lineales de cada una de las unidades experimentales.

3.4.7.2. Evaluación de métodos de control sobre el peso fresco y seco de *N. wightii*.

Se obtuvo el peso fresco y seco de *N. wightii* 50 días y 6 meses después de la siembra para los tratamientos **B, C, D, E, F**; mientras que para el tratamiento **A** fué a los 6 y 12 meses. Para tal propósito se tomó una distancia de 50 cm en la hilera de la siembra dos veces al azar en cada una de las unidades experimentales cortando la parte aérea *N. wightii* a nivel del suelo. Las muestras se pesaron, se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas y se trasladaron a la estufa a una temperatura de 50 °C. El peso seco se tomó cuando éste era constante.

3.4.7.3. Evaluación del efecto de los métodos de control de Johnson sobre malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas emergidas en el sitio de siembra de *N. wightii*

El peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas que emergieron sobre la hilera de siembra por efecto de la remoción del suelo, fué determinada en el mes de abril del 2002 tomando como unidad de muestreo 50 cm lineales de la hilera por cada unidad experimental. Las muestras se colocaban en bolsas, se pesaban, etiquetaban y se trasladaron a la estufa para proceder al secado a una temperatura constante de 50 °C . El peso seco se determinó hasta que éste fué constante.

3.4.8. Identificación de especies dicotiledóneas y monocotiledóneas presentes por efecto de los tratamientos de control

Se colectaron individuos de las especies presentes de monocotiledóneas y dicotiledóneas para observar el efecto de los métodos de control en la modificación de la dinámica de especies de malezas que emergieron al no encontrarse ya la especie predominante zacate Johnson. Las muestras se colocaron en una prensa y se trasladaron a la estufa a una temperatura de 50 °C . Una vez que perdieron la humedad se procedió a su identificación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson (*Sorghum halepense*)

4.1.1. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2001.

El 17 de febrero del 2001, fecha de inicio del experimento, el análisis de varianza de las medias del peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas de los bloques no mostraron diferencias significativas (Anexo 1), indicando con esto una distribución homogénea de zacate Johnson en las unidades experimentales. La media general para el peso fresco equivalente a 18.85 ton ha⁻¹ de materia fresca y 6.2 ton ha⁻¹ de materia seca.

Al observar las cantidades de materia fresca y seca presentes en la huerta se puede constatar que *S. halepense* es una maleza altamente eficiente en el uso de los recursos presentes en el ambiente, los nutrientes, entre ellos, los cuales se usan en importantes cantidades para sostener la biomasa de la maleza; dichos nutrientes son extraídos por ésta compitiendo fuertemente con el cultivo.

El peso fresco promedio de los rizomas fué equivalente a 7.2 ton ha⁻¹ y de 1.528 ton ha⁻¹ de peso seco Según Castro y Rojas (1983) se pueden encontrar más de 4 ton ha⁻¹, aunque es posible encontrar 15 ton ha⁻¹ (Rosales y Rojas,

1983) y en algunos casos hasta 33 ton ha^{-1} de rizomas (Stamper, 1957, citado por McWhorter 1972). La cantidad de rizomas pudo depender del tipo de suelo y el estado de desarrollo de la maleza.

4.1.2. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en marzo del 2001

El análisis estadístico de las variables peso seco y fresco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson, evaluados el 21 de marzo del 2001 no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos después del primer mes de establecida la investigación (Anexo 2). De la misma manera se observó una disminución en la parte aérea con respecto al mes de febrero debido al corte inicial. Después de un mes de dicho corte, la capacidad de crecimiento del zacate Johnson se expreso con más de tres toneladas por hectárea de peso fresco de partea aérea.

El peso fresco de parte aérea observado fue del orden de 3.22 ton ha^{-1} mientras que el peso seco fue equivalente a $0.596 \text{ ton ha}^{-1}$. En el caso de los rizomas el peso fresco registrado en promedio fue de $32.9 \text{ g}/0.009 \text{ m}^3$ equivalente a 3.65 ton ha^{-1} ; observándose una disminución con respecto al mes de inicio, donde se tenía un peso de más de 7 ton ha^{-1} . El peso seco promedio obtenido de los rizomas fué de $7.7 \text{ g}/0.009 \text{ m}^3$ lo que equivale a un peso de $0.850 \text{ ton ha}^{-1}$ observándose diferencia con respecto al mes anterior que fue del orden de

1.528 ton ha. Estos resultados coinciden con los mostrados por López (1984) quien menciona que cualquier corte reduce la producción de rizomas.

4.1.3. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2001

En el muestreo del 21 de abril del 2001, solo se observaron diferencias estadística significativas para el peso seco de parte aérea (Cuadro 1). El corte mensual tuvo un efecto significativo, al reducir la capacidad de rebrote de zacate Johnson, como fuera dicho por López (1984) quien indicó que cuanto más frecuentes fueran los cortes, la reducción del crecimiento sería más importante.

Cuadro 1. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas en los tratamientos de control de *S. halepense* al 21 abril del 2001

Tratamientos	Parte aérea		Rizomas	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
<i>Mucuna pruriens</i>	11.77a [*]	3.2a	8.43 a	2.35a
(A, B y C)				
Corte mensual (D)	6.37a	1.19b	6.40 a	1.53a
Corte trimestral (E) y herbicida (F)	7.11a	2.82ab	6.78 a	1.85a

*: Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey (p≤0.05).

4.1.4. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en mayo del 2001.

El comportamiento de las variables evaluadas para el mes de mayo del 2001 fué similar a las analizadas en el punto 4.1.3, resaltando la disminución del peso seco de la parte aérea por el corte mensual de Johnson por la acción continua de los cortes mensuales (D).

Cuadro 2. Peso fresco y seco de parte aérea y rizomas en los tratamientos de control de *S. halepense* al 27 mayo del 2001.

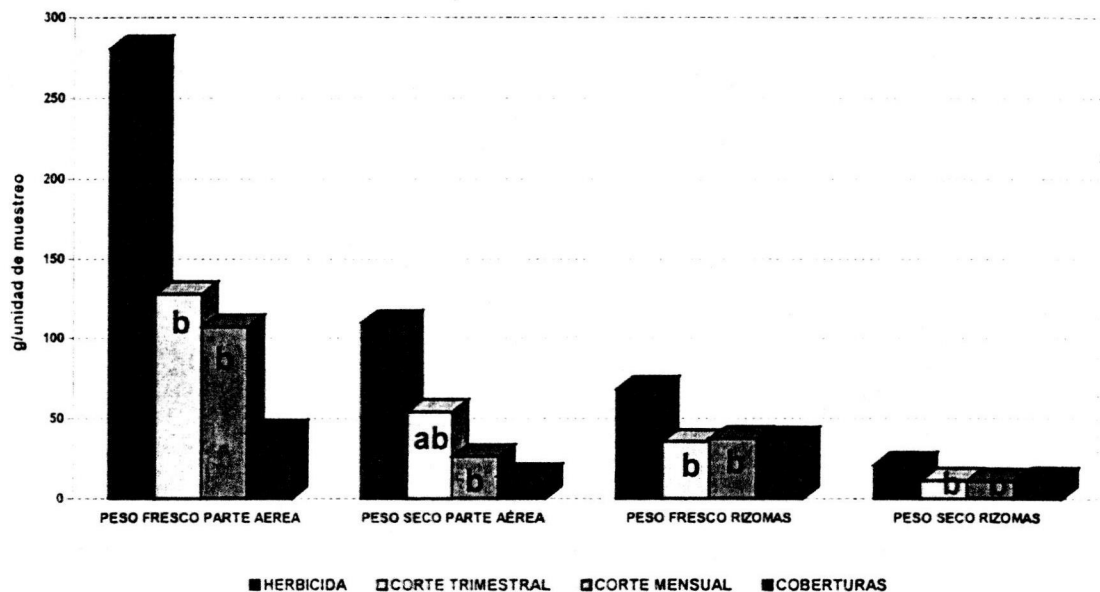
Tratamientos	Parte aérea		Rizomas	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
<i>Mucuna pruriens</i> (A, B y C)	8.15a *	3.73a	6.39 a	1.76a
Corte mensual (D)	5.19a	1.25b	7.84 a	1.86a
Corte trimestral (E) y herbicida (F)	9.84a	4.34ab	7.87 a	1.83a

*:Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.5. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en septiembre del 2001.

Se observaron diferencias significativas en los tratamientos para las variables peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *S. halepense* (Figura 1). La competencia ejercida durante 6 meses por la cobertura de *Mucuna pruriens* (A, B, y C) se manifestó en una disminución en el peso fresco y seco de la parte

aérea y rizomas de la maleza al compararla con la aplicación de herbicida (F). El efecto del corte mensual (D) durante 6 ocasiones a esta fecha fué igual al efecto que tiene el corte trimestral (E) y los tratamientos de cobertura en el caso del peso fresco de parte aérea, no así en el peso seco de parte aérea donde fué similar al tratamiento de herbicida. La especie *Mucuna pruriens* constituye una alternativa en la disminución del peso fresco y por consiguiente del peso seco de la parte aérea de *S. halepense*. Según Gudiño (1995) el principal mecanismo de acción de las coberturas sobre las malezas es el bloqueo de la luz, lo que afectó la producción y traslocación de las reservas producidas por la parte aérea hacia los rizomas; se observó por consiguiente que la mayoría de rizomas se encontraban secos y/o muertos.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada variable estudiada no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 1. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en septiembre del 2001.

Los rizomas se ven seriamente afectados por el efecto de los tratamientos de corte y coberturas sobre la parte aérea ya que al no existir una fuente que provea de reservas para los rizomas, se presentó una disminución en el peso de estos. Lo anterior indica que en un tiempo de crecimiento de *M. Pruriens* de seis meses, su control sobre *S. halepense* es tan efectivo o más que el corte y el uso de herbicida, con el consecuente ahorro económico, tal como lo indico Cruz (2002).

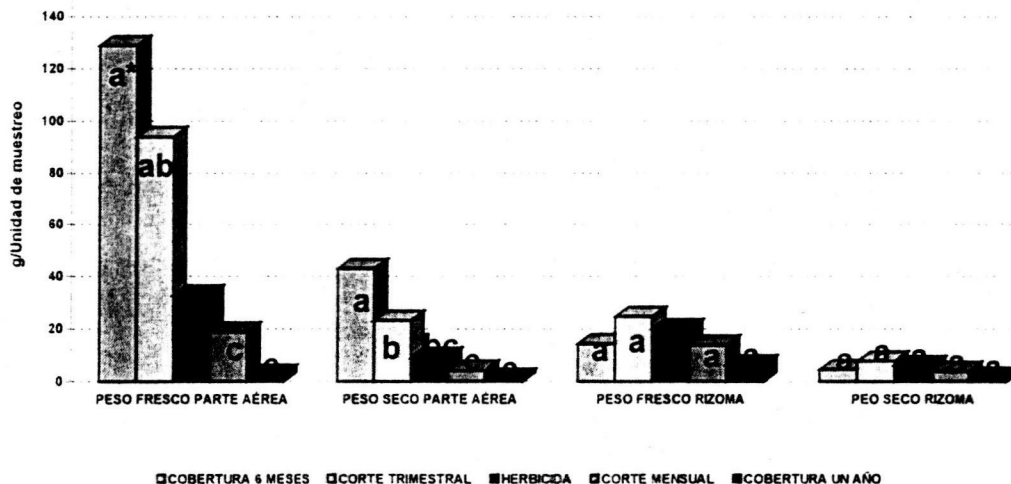
En lo que respecta al tratamiento de control químico (F), la falta de eficiencia de este, posiblemente se debió a que la aplicación del herbicida se realizó en un periodo en el cual el zacate Johnson se encontraba en una etapa muy avanzada de desarrollo, los tallos se presentaron ya lignificados impidiendo la traslocación del herbicida en toda la planta y hasta los rizomas los cuales rebrotaron favorablemente al no encontrar competencia con otras malezas y/o con alguna cobertura. Bernal (1983), mencionó que las aplicaciones de glifosato cuando la altura de la maleza rebasa los 30 cm de altura originan un control errático de la maleza y baja mortandad de rizomas, lo que ocasiona un rebrote excesivo de parte aérea; de la misma manera López, (1984) sugiere que el control químico de zacate Johnson se debe de hacer cuando este tenga una altura aproximada de 30 a 40 cm.

Con lo anterior, en las condiciones de la presente investigación, el tratamiento de control químico (F) después de tres meses de aplicado y cuando la maleza se encuentra ya establecida, es ineficaz en el control de *S. halepense*. La

eficiencia de los herbicidas sistémicos se basa en que estos funcionan mejor si son aplicados en la época de almacenamiento de carbohidratos, antes de la formación de las paniculas (Kissman, 1991).

4.1.6. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en diciembre del 2001.

El análisis de varianza correspondiente a la fecha de evaluación del mes de diciembre del 2001 mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para las variables peso fresco y peso seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson (Figura 2).



*Promedios seguidos de la misma letra en cada variable estudiada no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 2. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en diciembre del 2001.

El efecto del tratamiento de cobertura durante seis meses (A), observado tres meses después de su finalización en el mes de diciembre del 2001, sobre el peso fresco y seco de parte aérea no fué eficiente en la disminución de estos, no así en los rizomas donde el efecto de este tratamiento se comparara con los tratamientos de corte y herbicida.

La eliminación de la cobertura viva seis meses después de establecida dejó una capa de residuos abundante en la superficie del suelo, sin embargo la maleza después de transcurridos tres meses de la desecación de *Mucuna pruriens*, encontró condiciones favorables de humedad, materia orgánica y ninguna competencia para su desarrollo, aumentando en forma significativa su peso fresco y seco de la parte aérea con respecto a los demás tratamientos. *S. halepense* continúa desarrollando en forma abundante la parte aérea aprovechando las condiciones antes mencionadas. Caamal *et al.* (2001) menciona que la especie *Mucuna pruriens* enriquece el suelo con materia orgánica y nitrógeno a través de la simbiosis con *Rhizobium*. Lo anterior demostró que no es recomendable la eliminación de la cobertura viva de *Mucuna pruriens* seis meses después de establecida.

A los 300 días después de establecidos los tratamientos de cobertura a un año (B y C), fue notoria la floración de la especie *Mucuna pruriens*. Asimismo, se observó el efecto del crecimiento de esta especie durante 10 meses sobre la disminución del peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas de *S. halepense*. Dicho efecto en el periodo indicado anteriormente, fué similar al

tratamiento de corte mensual realizado en el mismo periodo; siendo estos los mejores en la disminución del peso fresco y seco de parte aérea y al compararlos con los tratamientos restantes, no así en el caso de los rizomas donde se observa que el efecto de los tratamientos sobre estas estructuras es similar (Figura 2).

La disminución en el peso de parte aérea y rizomas de *S. halepense* se debió a la interferencia de la cobertura durante 10 meses, al impedir esta el paso de la luz hacia la maleza lo que afectó la fotosíntesis, reflejándose en una disminución en el desarrollo de la maleza, no permitiendo la acumulación de reservas lo que originó un escaso peso fresco y seco de rizomas.

En el mes de diciembre la mayoría de los rizomas extraídos en las unidades experimentales con *Mucuna pruriens* como cobertura se encontraron secos y algunos muertos. La cobertura de *Mucuna pruriens* fué efectiva en la disminución de las variables evaluadas requiriendo forzosamente de manejo para evitar que su crecimiento afectara al cultivo de cítricos; sin embargo, su uso tuvo la ventaja de proveer de una cubierta vegetal viva durante los meses de mayor precipitación pluvial (agosto-noviembre) evitando con ello erosión del suelo de las huertas, como ocurre en los casos donde se abusa del control químico.

El efecto del corte mensual (D) de *S. halepense* aplicado durante 10 meses se manifestó en una disminución considerable del peso fresco y seco de parte

aérea al compararlo con los tratamientos de cobertura de 6 meses, corte trimestral y herbicida.

El constante corte (mensual) propició la disminución de reservas de la maleza provocando escaso peso fresco y seco de parte aérea y rizomas, los cuales fueron muy delgados pero sin observarse muerte en ellos como ocurrió en los tratamientos de coberturas. López (1984) menciona que el chapoleo o corte debilita la planta y origina el desarrollo de rizomas pequeños y superficiales. Cuanto más frecuentes sean los cortes mayor es la reducción de rizomas y parte aérea.

Se observó que conforme se iba disminuyendo la población de *S. halepense*, por efecto de los cortes constantes, esta maleza ya no ejercía competencia con otras malezas permitiéndoles desarrollar sus poblaciones principalmente dicotiledóneas. Lo anterior coincide con Rosales y Rojas (1983) que mencionaron que el zacate Johnson cuenta con inhibidores en sus tallos, hojas y rizomas que liberan al medio, haciendo más agresiva esta especie, siendo más enérgica la acción inhibidora de los rizomas en las dicotiledóneas que en las gramíneas; afectando principalmente la germinación de ambas. Lo anterior fué observado en este tratamiento pues al reducirse el efecto alelopático de *S. halepense* se incrementó la invasión de especies principalmente de dicotiledóneas.

El efecto en la eliminación mensual de *S. halepense* redujo eficientemente la parte aérea y rizomas, pero tiene la desventaja de incrementar el costo del control debido a la cantidad de mano de obra que se tendría que utilizar.

En el caso del tratamiento de corte trimestral (E) efectuado en dos ocasiones se observó de manera general una disminución en el peso fresco y seco de la parte aérea comparado con el tratamiento de herbicida con respecto a los meses anteriores (Figuras 1 y 2). El corte trimestral a esta fecha propició que en un periodo de tres meses se desarrollara la parte aérea de zacate Johnson alcanzando la producción de semilla y la acumulación de reservas en los rizomas.

El corte trimestral realizado en dos ocasiones no fué efectivo en el control de la parte aérea de *S. halepense* propiciando con ello el desarrollo de las paniculas y afectando con ello el desarrollo de los rizomas, cuya disminución en el peso fresco y seco fué importante y comparada con el tratamiento de herbicida, corte mensual y cobertura de *Mucuna pruriens* durante 6 meses de establecida (Figura 2). Kissman (1991) menciona que a partir de la formación de las paniculas se da la formación del sistema rizomatoso y también el almacenamiento de carbohidratos.

En el tratamiento de control químico (F) al mes de diciembre y después de dos aplicaciones, se observó una disminución en la parte aérea. La segunda aplicación se realizó en las primeras etapas de desarrollo de la maleza lo que

originó mejor control en comparación con la primera aplicación; aunque dicho control no fué eficiente al compararlo con los tratamientos de corte mensual y las coberturas durante un año.

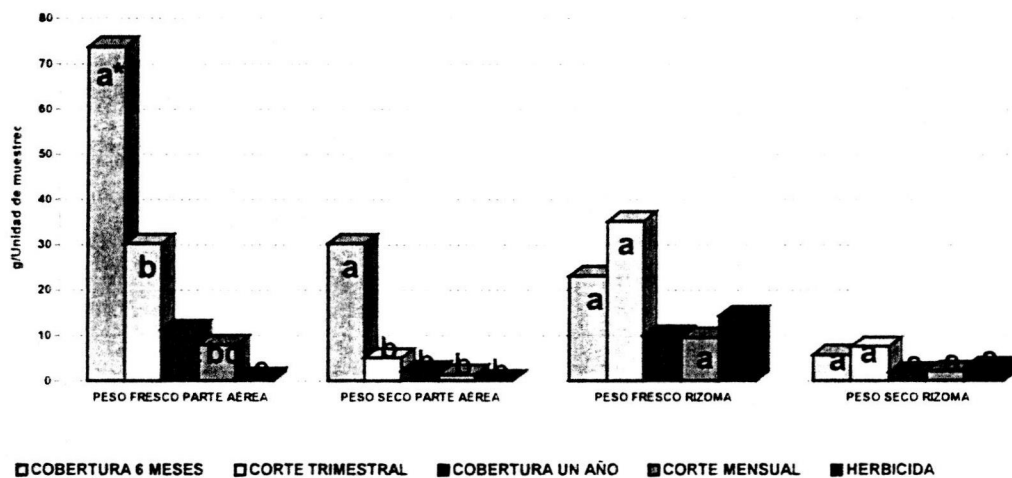
En el caso del crecimiento de los rizomas, existió una disminución de estos con respecto al inicio de la presente investigación. El control químico de rizomas fué similar a los demás tratamientos a excepción del tratamiento con cobertura de *Mucuna pruriens* durante un año que fue el mejor tratamiento.

El control químico tiene la desventaja de no aportar materia orgánica ni nitrógeno además de requerir de mano de obra e insumos constantemente diferencia claramente visible con respecto a los tratamientos de coberturas con *Mucuna pruriens*.

4.1.7. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2002.

Después de un año del establecimiento de la investigación se observaron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos de control de zacate Johnson, siendo los mejores en la eliminación de la parte aérea de esta maleza: el método de control químico, la cobertura durante un año y el corte mensual. Los tratamientos de corte trimestral y cobertura durante seis meses fueron menos efectivos en la reducción de la parte aérea de *S. halepense*. En lo que

respecta al peso fresco y seco de rizomas, aunque no existieron diferencias significativas, se observó que los métodos de control con cobertura durante un año resultaron más eficaces en el control del sistema rizomatoso de *S. halepense* (Figura 3).



*Promedios seguidos de la misma letra en cada variable estudiada no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 3. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en febrero del 2002.

En caso del tratamiento de cobertura durante 6 meses (A) se observó que *S. halepense* se reestablece de nueva cuenta en un periodo de seis meses después de ser eliminada la cobertura de *Mucuna pruriens*. El peso fresco y seco de la parte aérea de *S. halepense* aumentó debido a que no hubo ningún tipo de control a la maleza después de eliminada la cobertura. Asimismo este

tratamiento no resultó eficiente en el control de rizomas de *S. halepense*. (Figura 3).

La cobertura viva de *Mucuna pruriens* establecida durante un año (B y C) provocó una disminución importante del peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas de *S. halepense*. Una vez que la cobertura cumplió su ciclo de crecimiento dejó una capa de residuos en el suelo que impidió que *S. halepense* se reestableciera normalmente. Además impidió que las semillas de esta maleza germinaran, evitando con ello un nuevo ciclo. El principal mecanismo de acción de las coberturas muertas o mantillos sobre las malezas es el bloqueo de la luz, factor indispensable para la germinación de las semillas de muchas especies de malezas (Gudiño, 1995).

Al comparar el efecto del tratamiento de cobertura durante un año con el control químico y corte mensual, estos fueron similares con las ventajas adicionales que representa el uso de la cobertura de *Mucuna pruriens* (Figura 3).

En el tratamiento de corte mensual (D), el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas disminuyó considerablemente en el transcurso de un año. El constante corte de la parte aérea provocó disminución en los fotoasimilados; la planta al no tener una fuente constante de ellos se manifestó en un pobre desarrollo. Cuando se corta zacate Johnson a alturas entre 30 y 37 cm se reduce el desarrollo de rizomas y la formación de semillas (López, 1984). El menor rendimiento de parte aérea que se obtiene cuando se practican cortes

continuos, está relacionado con el desarrollo de los rizomas. Cualquier corte practicado antes de la maduración de la parte aérea reduce la producción de rizomas y de parte aérea (López, 1984). Las reservas de la planta se utilizaron en su mayoría, en tratar que ésta pudiera emitir brotes aéreos provocando con ello la disminución del peso de los rizomas.

El control de zacate Johnson mediante cortes mensuales durante un año es eficiente en el control de la parte aérea y de los rizomas de esta maleza; con la desventaja del aumento del costo en el control.

Los cortes trimestrales (E) de zacate Johnson no resultaron efectivos en el control de la maleza al compararlo con los demás tratamientos. Para el mes de febrero del 2002 y después de tres cortes trimestrales de zacate Johnson se observaron diferencias con respecto a los demás tratamientos en el peso fresco y seco de parte aérea. Las variables evaluadas de peso fresco y seco de rizomas y parte aérea aumentaron debido a que la maleza alcanzaba a acumular reservas durante el periodo de tres meses entre una acción de control y otra, propiciando que la planta emita la espiga floral y con ello producción de semillas.

El control químico (F) después de tres aplicaciones resultó ser eficiente en el control de parte aérea y subterránea de zacate Johnson (Figura 3). La aplicación de glifosato resultó ser uno de los mejores tratamientos para el mes

de febrero del 2002, después de 3 aplicaciones sucesivas espaciadas a intervalos de 3 meses.

La efectiva traslocación del herbicida por la planta hacia los rizomas, provocó un control efectivo de los mismos. En aplicaciones de glifosato a una altura de 15 cm de zacate Johnson se obtuvo un control de 86% a los 90 días y una buena traslocación y muerte de rizomas del suelo, hasta 100% de los rizomas presentes en una profundidad de hasta 30 cm (Bernal, 1983). Sin embargo el control químico que es muy utilizado en los cítricos en la zona de estudio, resulta ser costoso, requiere de mano de obra y puede promover la erosión del suelo.

4.1.8. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2002.

La última evaluación del efecto de los tratamientos en el peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas se realizó 15 meses después de iniciada la investigación. Los objetivos de los tratamientos de control con cobertura durante 6 meses (A) y control de corte mensual (D) durante un año ya se habían cumplido y se procedió solo a comparar el efecto de los tratamientos con cobertura durante un año con *Mucuna pruriens* con (B) y sin eliminación (C) de la semilla producida por esta especie, control con corte trimestral (E) y control con herbicida (F); estos últimos presentaron diferencias estadísticas

significativas (Figura 4). Se observó que el efecto de los tratamientos con cobertura continua (con y sin semilla) (B y C) resultaron ser eficientes en el control de parte aérea y rizomas de zacate Johnson, este efecto tiene una duración prolongada de tres meses después de que ha concluido el ciclo de *Mucuna pruriens*; lo anterior se debió a la abundante capa de residuos que deja en el suelo esta especie lo que impidió que las semillas producidas por *S. halepense* germinaran. Los métodos de control trimestral (E) y con herbicida (F) no resultaron ser eficientes en el control de parte aérea de *S. halepense*, debido a que el control de la maleza con estos métodos no se extendió hasta tres meses después de cumplido el año de establecimiento, como se observó en el caso de los tratamientos con coberturas.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada variable estudiada no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 4. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de zacate Johnson en abril del 2002.

El efecto del tratamiento de cobertura de *Mucuna pruriens* con cosecha de semilla (B) fué observado después de que terminó el ciclo de esta especie, la cobertura muerta persiste. El tratamiento de cobertura de *Mucuna pruriens* sin cosecha de semilla (C) resultó ser el más efectivo a través del tiempo en el control de zacate Johnson. Posiblemente este efecto se debió a que las semillas de *Mucuna pruriens* que se encontraban en la parcela germinaron estableciendo de nuevo la cobertura, propiciando con ello una nueva competencia cobertura-maleza. Con relación a los rizomas en este tratamiento no se encontraron presentes en los muestreos que se hicieran en las unidades experimentales siendo estas estructuras posiblemente eliminadas por el efecto de las coberturas sobre la parte aérea. Aunque si hubo presencia de parte aérea de zacate Johnson esta fué el resultado del banco de semillas de la maleza presentes en las parcelas las cuales reestablecieron la población de zacate Johnson. Con lo anterior el uso de la cobertura vegetal a base de *Mucuna pruriens* sin eliminación de semillas es útil en la eliminación de rizomas de *S. halepense*.

En el tratamiento de corte trimestral (E), después de 4 cortes se observó un incremento en el peso fresco y seco de parte aérea de zacate Johnson con respecto al mes anterior, posiblemente esto se debió a que la maleza se alcanza a reestablecer por semilla. Lo anterior coincide con Cruz (2002) donde en una investigación con las mismas características que la presente, menciona que el corte trimestral no resultó ser tan efectivo en el control de semillas de la maleza. Con respecto al inicio del tratamiento se observa que los pesos fresco y

seco de rizomas han disminuido considerablemente debido al efecto de 4 cortes trimestrales las reservas han disminuido a tal punto que la maleza se ve afectada en su desarrollo (Figura 4).

El control químico (F) después de 4 aplicaciones trimestrales de glifosato mostró una disminución del peso fresco y seco de parte aérea y rizomas con respecto al inicio de la investigación, lo que indica que el tratamiento de control químico trimestral constante es efectivo en el control de *S. halepense* aunque la población de la maleza se ha reestablecido en este mes, lo que posiblemente se deba a que la mayoría de las plantas provienen de semillas al no tener acción residual ninguna el herbicida utilizado, ya que los rizomas han sido disminuidos.

Las semillas de la maleza al no encontrar ningún residuo que impidiera su germinación, se desarrollaron favorablemente lo que se manifestó en un incremento en la parte aérea de la maleza. Otro factor que posiblemente influyó en el desarrollo de zacate Johnson fue la temperatura. La mayor incidencia de zacate Johnson se obtiene en periodos de 6 meses durante los meses de abril a septiembre cuando la temperatura media mensual es de 20 a 30 °C debido a que se tiene mayor porcentaje de emergencia de Johnson tanto por semilla como por rizomas, en cambio en los meses de octubre a marzo la incidencia de zacate Johnson disminuye cuando la temperatura oscila entre 10 a 20 °C (Castro y Rojas, 1983).

4.1.9. Comparación del efecto de la cobertura de *Mucuna pruriens* como método de control de malezas sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *Sorghum halepense* en cítricos

En general el uso de la cobertura de *Mucuna pruriens* resultó el mejor método de control de zacate Johnson, al compararlo con los métodos tradicionales como el químico y el corte debido, al control constante de la maleza por parte de la cubierta vegetal. Sin embargo cuando la cobertura de *Mucuna pruriens* es establecida solo por un periodo de seis meses (A), no resulta eficiente en el control de la maleza, como cuando es establecida durante el ciclo de un año, donde reduce considerablemente la parte aérea y rizomas de zacate Johnson (Figuras 5, 6, 7 y 8). Cuando no se elimina la semilla de *Mucuna pruriens* de la parcela (tratamiento C) se observó la emergencia de plántulas de la especie de cobertura originando con ello una nueva competencia con zacate Johnson. Lo anterior no ocurre en el tratamiento donde las semillas de la especie de *Mucuna pruriens* se eliminan de la parcela (B). El efecto supresor de la nueva población de *Mucuna pruriens* sobre zacate Johnson es evidente al compararlo con todos los demás métodos de control de malezas específicamente de febrero a abril del 2002.

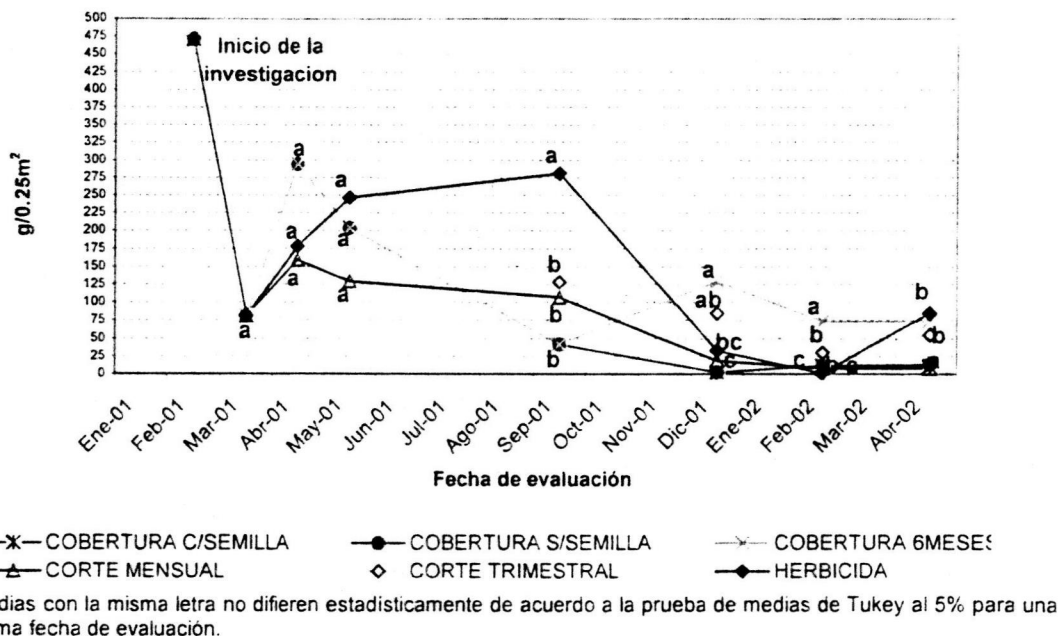


Figura 5. Efecto de métodos de control sobre el peso fresco de la parte aérea de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) de Febrero de 2001 a abril del 2002.

Después de los primeros seis meses se observó un agresivo crecimiento de la cobertura viva de *Mucuna pruriens* comenzando a ser más evidente el efecto supresor, reduciendo hasta un 75% de la parte aérea (Figura 5 y 6). Lo anterior se compara con lo que menciona Caamal *et al.* (2001) que *Mucuna pruriens* reduce hasta un 68% la biomasa de malezas. La competencia cobertura-maleza se extiende durante 6 meses más, hasta que ésta termina su ciclo. La cubierta de materia seca (cubierta muerta o mantillo) que quedó al final del ciclo de *Mucuna pruriens* impidió la emergencia de plántulas de maleza provenientes de semillas que se encontraban latentes en el suelo. El efecto de cobertura muerta

o "mantillo", se extendió hasta cerca de 3 meses más llegando al mes de abril 2002 con un aceptable nivel de control (Figura 5).

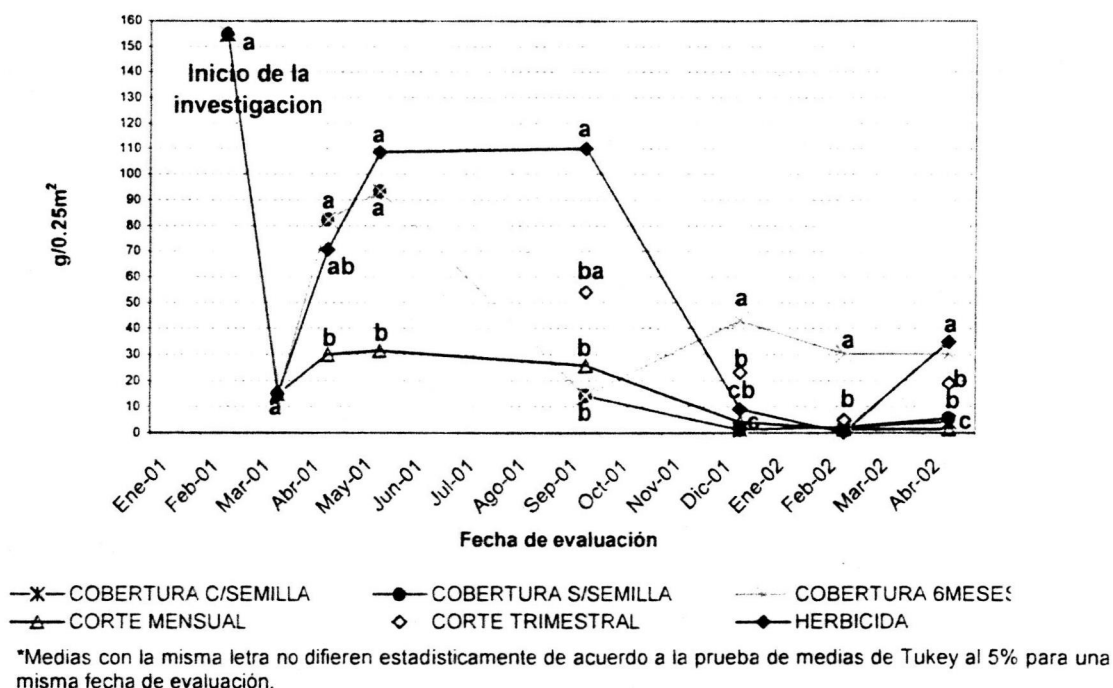


Figura 6. Efecto de métodos de control sobre el peso seco de la parte aérea de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) de Febrero de 2001 a abril del 2002.

La utilización de la cobertura viva tiene la ventaja que solo se tiene que invertir en el manejo de ésta. En sus primeras etapas de desarrollo no se observó un control efectivo de la maleza, debido al lento crecimiento de la misma propiciado principalmente por la escasez de agua en esos meses, condición que favoreció un mayor crecimiento de zacate Johnson por ser una planta C4. El uso de las coberturas vivas tiene además los beneficios de mantener una cubierta vegetal dentro de las parcelas en las etapas de mayor precipitación pluvial en la zona que fueron de septiembre a noviembre (García, 1988).

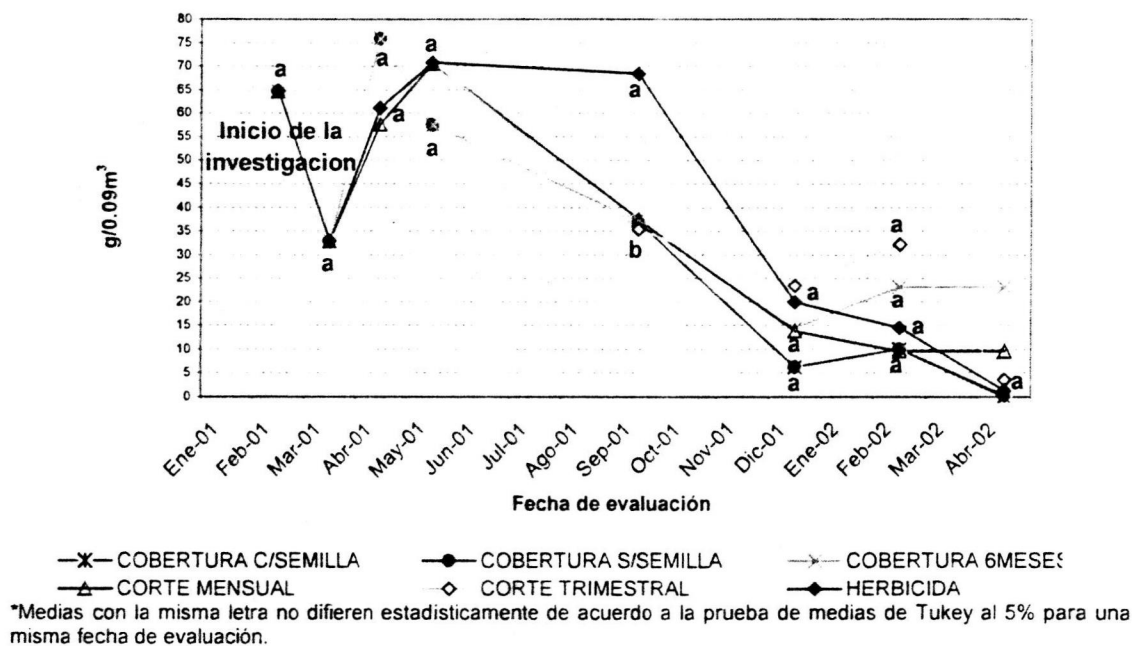


Figura 7. Efecto de métodos de control sobre el peso fresco de rizomas de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) de Febrero de 2001 a abril del 2002.

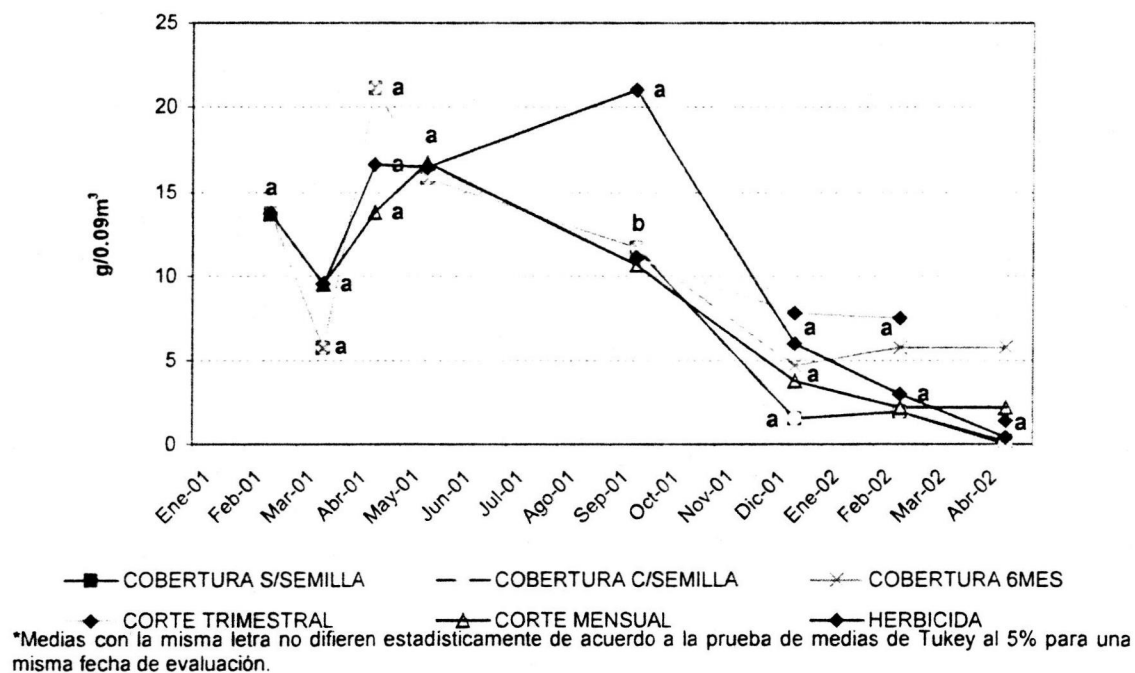


Figura 8. Efecto de métodos de control sobre el peso seco de rizomas de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) de Febrero de 2001 a abril del 2002.

4.1.9.1. Porcentaje de emergencia de *Mucuna pruriens*.

Al realizarse el conteo de plántulas en los tratamientos con *Mucuna pruriens* en el mes de marzo del 2001; se observó que la emergencia de las semillas fue uniforme en las unidades experimentales, representando un total de 17721 plantas ha⁻¹; cantidad suficiente bajo las condiciones expuestas, lográndose una cobertura del 100% seis meses después .

4.1.9.2. Porcentaje de cobertura, peso fresco y seco de la cobertura de *Mucuna pruriens*.

El porcentaje de cobertura observado trimestralmente de manera visual después del establecimiento de la cobertura utilizando una escala arbitraria fue de 25% de cobertura de la especie en el mes de mayo. La cobertura siguió en crecimiento para el mes de septiembre observándose una cubierta del 95%. En este mes es cuando se tuvo la mejor competencia sobre zacate Johnson (Figura 9). Skerman *et al.* (1991) mencionaron que una vez establecida la cobertura de *Mucuna pruriens*, sofoca eficazmente a las malezas. En el mes de diciembre existía 60% de cobertura debido a que la especie estaba disminuyendo la parte aérea enviando las reservas hacia la producción de semillas.

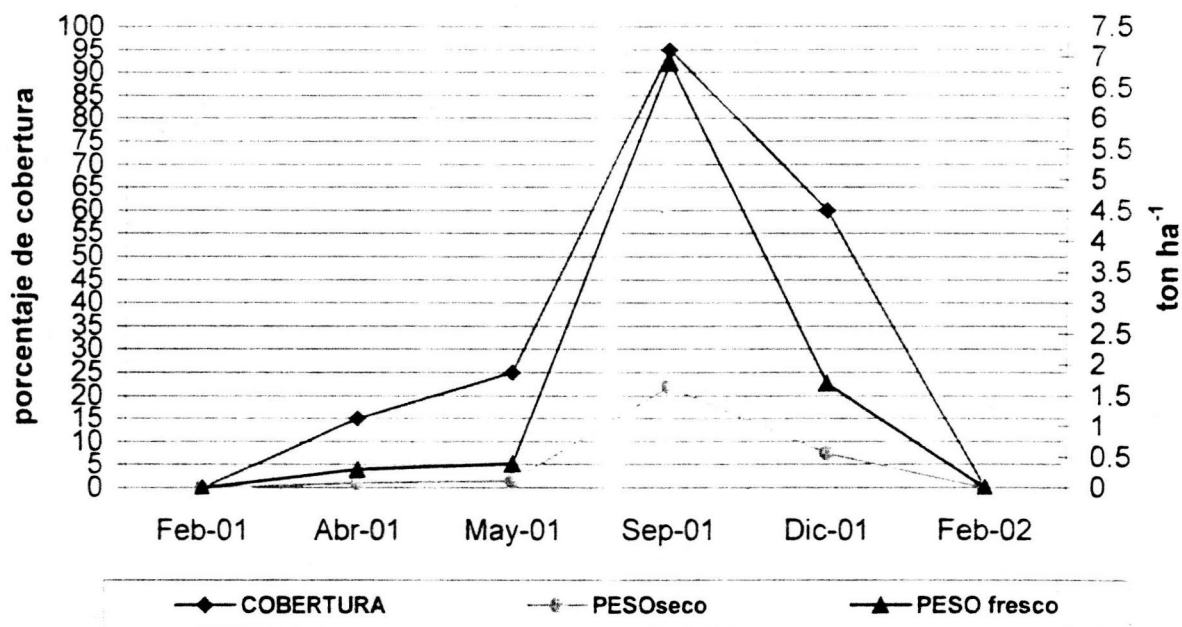


Figura 9. Porcentaje, peso fresco y seco de la cobertura de *Mucuna pruriens* en cítricos de febrero del 2001 a febrero del 2002

En el mes de febrero del 2002 la cobertura de *Mucuna pruriens* había concluido su ciclo dejando un mantillo sobre la superficie del suelo.

El mayor porcentaje de cobertura se observó en el periodo de septiembre a diciembre del 2001. Se deduce que a mayor porcentaje de cobertura viva en el suelo se tiene un mejor control de la maleza. Por lo anterior es recomendable dejar que la cobertura cumpla el ciclo para observar un efecto mayor en el control de malezas aún después de que esta haya concluido su crecimiento.

El peso fresco y seco en 2 metros lineales, de la cobertura de *Mucuna pruriens*, en el mes de abril del 2001; dos meses después de establecida fué equivalente a 4.27 ton ha⁻¹ y de 0.94 ton ha⁻¹ respectivamente. Mientras que para el mes de

mayo el peso fresco y seco fué de 5.618 ton ha⁻¹ y 1.28 ton ha⁻¹ respectivamente. En el mes de septiembre seis meses después de establecida la cobertura el peso fresco de la cobertura fué de 6.915 ton ha⁻¹ y 1.5 ton ha⁻¹ de materia seca. Para el mes de diciembre (diez meses después del establecimiento de la cobertura) el peso fresco de la cobertura fué equivalente a 1.7 ton ha⁻¹ y 0.5 ton ha⁻¹ de materia seca. Skerman *et al.* (1991) mencionan que la producción de materia verde por hectárea puede alcanzar hasta 17.4 toneladas por hectárea en un ciclo.

4.1.9.3. Evaluación de la producción de semilla producida por *Mucuna pruriens*.

La semilla producida por la especie en el tratamiento de cosecha fué de 2.4 ton ha⁻¹. Este rendimiento podría también beneficiar al productor ya que la semilla se puede comercializar. En los años de la presente investigación el precio del Kg de la semilla de *Mucuna pruriens* fue de 20 pesos.

4.1.10. Comparación del efecto del control con corte mensual y trimestral sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *Sorghum halepense* en cítricos

Generalmente en la región citrícola citada, el corte de las malezas resulta uno de los métodos más utilizados por los productores debido a que éste se puede realizar prácticamente en cualquier tipo de condición de pendiente del terreno y en cualquier tiempo o etapa del cultivo. En la presente investigación los cortes

trimestrales resultaron ineficientes debido a que se realizaron cuando ya las estructuras reproductivas (semillas y rizomas) de *S. halepense* se encontraron en etapas avanzadas de formación, lo que permitió la reinfestación por semillas y formación de nuevos rizomas; los cortes además estimularon de nueva cuenta el rebrote de la maleza.

Mientras que el corte trimestral fue ineficiente, se observó que el efecto del corte mensual después de un año mostró una reducción importante en la parte aérea y de rizomas de la maleza (Figuras 5 y 7). Dicha reducción se dio de manera importante después del sexto mes, aunque su efecto comienza a ser observado a partir del segundo mes. Al noveno corte el crecimiento de la parte aérea y rizomas se redujo de manera importante no permitiendo la producción de semilla afectando con ello el banco de semillas de la maleza en el suelo según mostraron los resultados de Cruz (2002). Según López (1984) el crecimiento de los rizomas puede reducirse substancialmente si no se le permite a la planta sobrepasar la altura de 30-37 cm. así mismo cuanto mayor sea el número de cortes mayor será la reducción en el crecimiento. A comparación del corte mensual, en el corte trimestral no se observó disminución de la parte aérea y rizomas en los primeros meses debido a la menor cantidad de cortes realizados y a que en el periodo de un corte y otro la maleza acumuló las reservas necesarias para reestablecerse de nuevo. En este tiempo en el cual la maleza no se ve afectada, se incrementa la parte aérea y por consiguiente los rizomas (Figura 6 y 8). Los rizomas se vieron afectados después del sexto mes, debido a que las reservas de la maleza se iban

agotando. Un año después se observó un aumento en la parte aérea posiblemente debido a que las plántulas de *S. halepense* que se vuelven a establecer proceden de semilla lo que coincide con Cruz (2002), quien muestreó semillas en las mismas parcelas de este experimento encontrando que en el tratamiento de corte trimestral, se encontraba la mayor cantidad de semillas de *S. halepense*, después del testigo sin control.

4.1.11. Comparación del efecto del control químico sobre el peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *Sorghum halepense* en cítricos

La segunda aplicación de herbicida en el mes de septiembre mostró ya una reducción del peso fresco y seco de la parte aérea y rizomas posiblemente debido a una correcta translocación del mismo hasta los rizomas. El mejor efecto del control químico se observó hasta después de la tercera aplicación (aproximadamente después del noveno mes del establecimiento del experimento) (Figuras 5 y 7) la cantidad de reservas en los rizomas disminuyeron lo que se manifestó en una reducción de la parte aérea y por consiguiente del peso de los rizomas. En la cuarta y última aplicación del herbicida y después de tres meses de su efecto se observa un decremento en los rizomas y una recuperación de la parte aérea que provino posiblemente de semilla, ya que los rizomas están prácticamente agotados.

4.2. Efecto de los métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas en abril del 2002.

El *S. halepense* fué afectado de diversas maneras por los métodos de control aplicados durante el periodo de un año, observándose un desplazamiento de esta maleza por otro tipo de flora, la cual fue analizada no habiendo diferencia estadística significativa entre tratamientos sobre el peso fresco y seco de las malezas dicotiledóneas que emergieron (Anexo 3).

El hecho de eliminar la parte aérea y los rizomas durante un año modifica la emergencia de especies dentro de las unidades experimentales, propiciando un aumento de las especies dicotiledóneas posiblemente al desaparecer el efecto alelopático que tiene *S. halepense* al eliminarse este, lo cual coincide con Rosales y Rojas (1983) que mencionan que el zacate Johnson cuenta con inhibidores en sus tallos, hojas y rizomas que liberan al medio haciendo mas agresiva esta especie.

Cruz (2002), en una investigación con las mismas características de la presente, menciona que en el tratamiento de corte mensual es el que ofrece mejores resultados en la reducción de la densidad de semillas de *S. halepense*, dicha reducción afecta la invasión nuevamente de *S. halepense* lo cual propicia un aumento en la emergencia de dicotiledóneas.

En los tratamientos de cobertura un año con y sin semilla se observó menor emergencia y por consiguiente menor peso fresco y seco de dicotiledóneas esto fué resultado del efecto de la cobertura muerta de la especie *Mucuna pruriens*..

4.3. Efecto de los métodos de control de malezas sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas distintas a *Sorghum halepense* en abril del 2002.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos probados en cuanto al peso fresco y seco de especies monocotiledóneas distintas a *S. halepense* (Anexo 4). Parece existir menor emergencia de monocotiledóneas distintas a *S. halepense* cuando no existe un efectivo control de esta maleza.

4.4. Efecto de los métodos de control de malezas en el establecimiento de *Neonotonia wightii*, como cobertura viva en cítricos.

4.4.1. Efecto en la germinación de *Neonotonia wightii*

Después de 50 días de la siembra, se observó que no existió diferencia significativa en ninguno de los tratamientos en el número de plántulas emergidas de *Neonotonia wightii* (Anexo 5). Aunque se observó una tendencia a aumentar la emergencia en los tratamientos de herbicida y corte mensual debido a que las semillas no tenían impedimento para emerger rápidamente como en el caso de los tratamientos con coberturas. *Mucuna pruriens* presentó

la ventaja en el establecimiento de *N. wightii*; al terminar su ciclo dejando una cubierta de residuos que impidió la emergencia de malezas que posteriormente fueran a competir con las plántulas de *Neonotonia wightii*.

4.4.2. Efecto sobre el peso fresco y seco de *Neonotonia wightii*

Diferencias estadísticas significativas fueron observadas entre tratamientos en el peso fresco y seco de *N. wightii* 50 días y seis meses después de su establecimiento (Figuras 10 y 11).

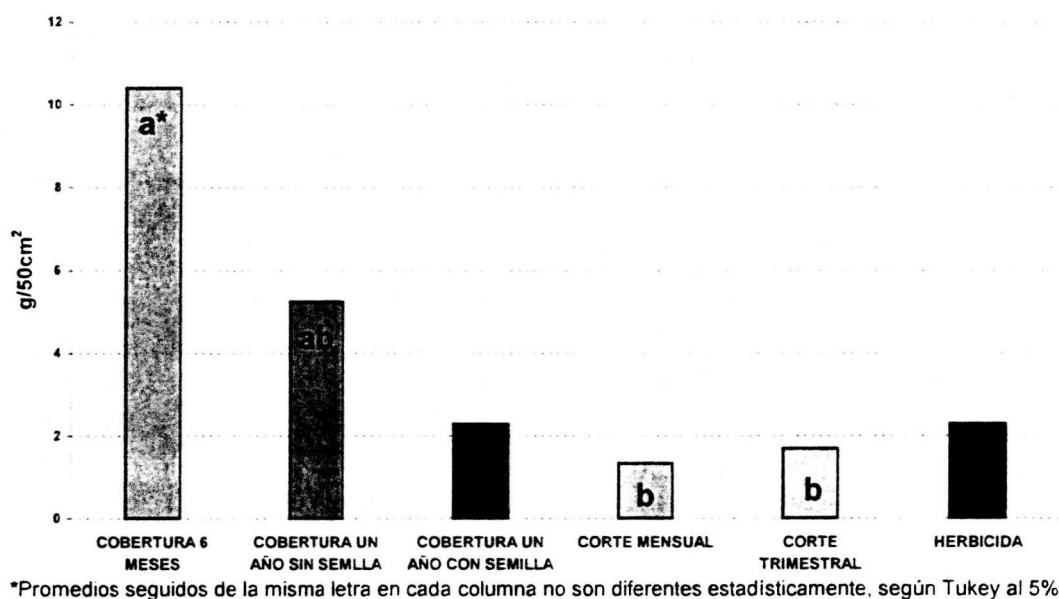
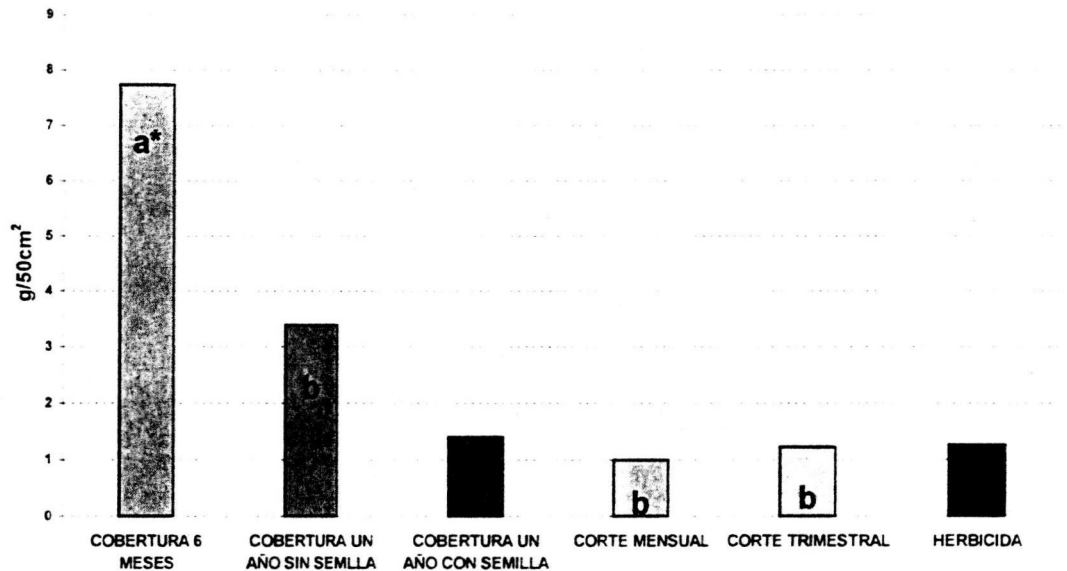


Figura 10. Efecto de métodos de control de malezas en el peso fresco de *Neonotonia wightii* 50 días después del establecimiento.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%.

Figura 11. Efecto de métodos de control de malezas en el peso seco de *Neonotonia wightii* 50 días después del establecimiento.

En la primera evaluación, el tratamiento de seis meses con cobertura aumentó en el peso fresco y seco de *N. wightii*. Cabe señalar que este tratamiento fue establecido primero que los demás. Lo anterior indicó que el hecho de utilizar *Mucuna pruriens* como método de control de malezas durante 6 meses para proceder al establecimiento de la cobertura perenne de *N. wightii* resulta un método eficaz debido que proporciona beneficios a las plántulas de la especie en sus primeras etapas, uno de estos beneficios es la aportación de nutrientes, conservación de la humedad y el hecho de impedir la emergencia de malezas que son el principal obstáculo en el eficaz establecimiento de *N. wightii*.

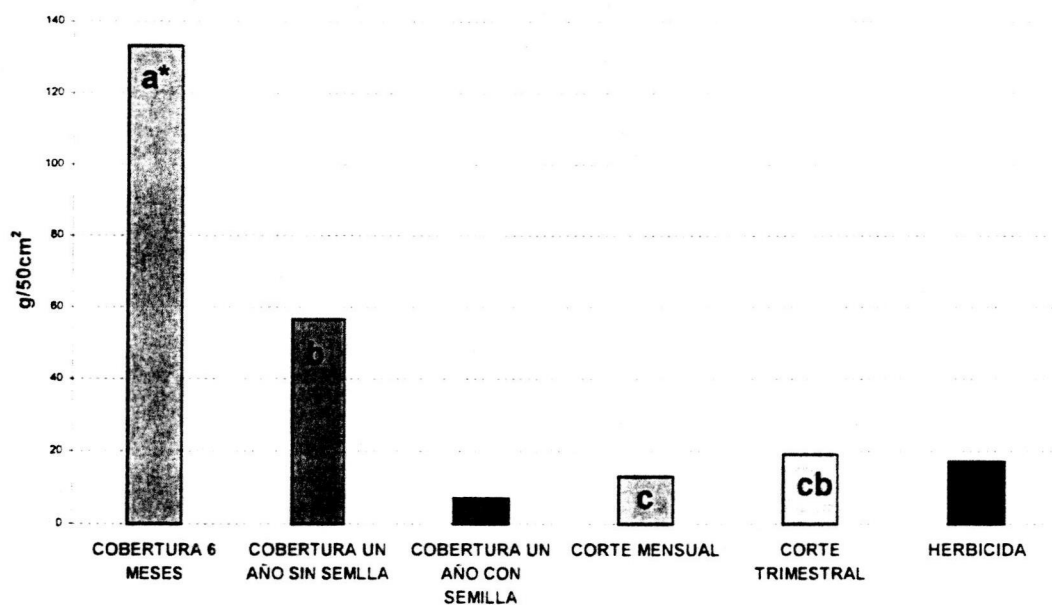
El tratamiento de cobertura de *Mucuna pruriens* durante un año con cosecha de semilla resultó ser eficaz en el establecimiento de la cobertura perenne de *N.*

wightii. La cobertura de *Mucuna pruriens* con cosecha de semilla proporcionó un adecuado control de la maleza debido a la cubierta muerta que deja en el suelo la cual aporta beneficios como la conservación de la humedad, aportación de nitrógeno entre otros. Una cubierta muerta vegetal en la superficie del suelo impide la emergencia de plántulas y por consiguiente de plántulas de malezas.

Al observar el efecto del tratamiento de cobertura de *Mucuna pruriens* durante un año sin cosecha de semilla después de 50 días de establecida la cobertura de *N. wightii* este tratamiento no resultó ser eficiente en el establecimiento de la misma debido a la competencia que se genera con las plántulas emergidas de las semillas de *Mucuna pruriens* que se dejaron en las parcelas.

Mucuna pruriens una vez que se estableció de nuevo, produjo 1.088 ton ha⁻¹ de peso fresco dos meses después de que se dejaran las semillas en las parcelas. La cubierta que se estableció de nuevo afectó el desarrollo de las plántulas de *N. wightii*.

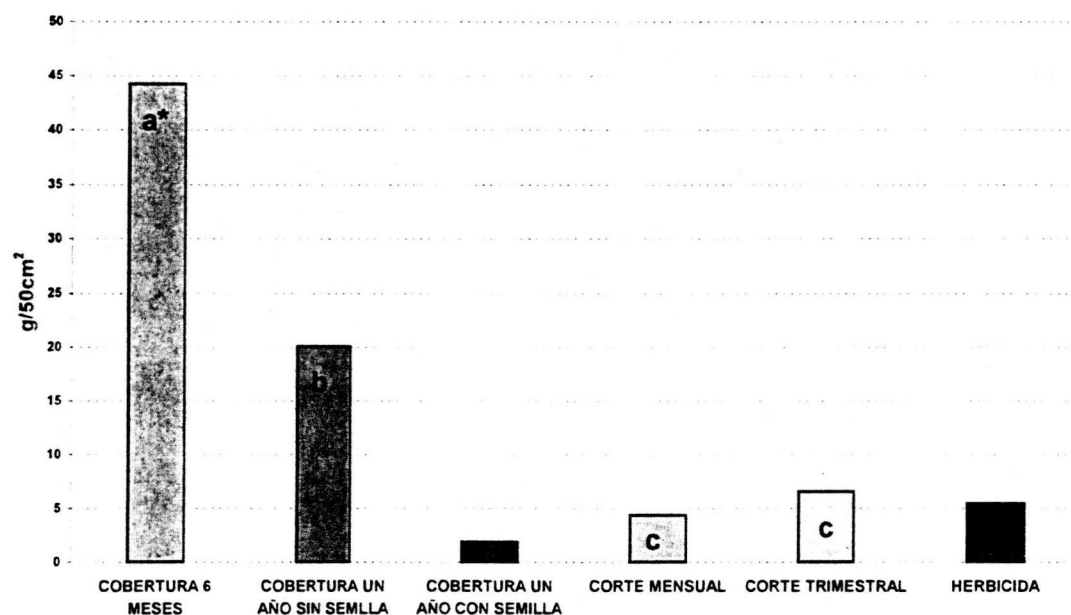
Seis meses después de establecida, *N. wightii* sobre el tratamiento de *Mucuna pruriens* con semilla (C) no se observa un desarrollo adecuado de la cobertura perenne, se observan plántulas afectadas por la competencia con la nueva población de *Mucuna pruriens* que, aunque sigue controlando las malezas, afecta de manera considerable el peso fresco y seco de *N. wightii*. (Figuras 12 y 13).



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 12. Efecto de métodos de control de malezas en el peso fresco de

Neonotonia wightii 6 meses después del establecimiento.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 13. Efecto de métodos de control de malezas en el peso seco de

Neonotonia wightii 6 meses después del establecimiento.

El efecto del control de corte mensual sobre el peso fresco y seco de *Neonotonia wightii* se manifestó con una disminución en el peso fresco y seco a los 50 días y seis meses de establecida la cobertura no observándose un desarrollo adecuado de las plántulas de la especie *N. wightii* (Figuras 10, 11, 12 y 13).

Aunque este es un método eficaz en el control de las malezas, los cortes periódicos de malezas no permiten que se forme una capa de residuos en el suelo que impida la pérdida de humedad del mismo. Las plántulas de *N. wightii* en sus primeras etapas requieren de humedad y de que el suelo no esté compactado como ocurre en las parcelas de corte mensual, dichos factores afectaron muy probablemente el desarrollo de la especie.

El control de malezas mediante cortes mensuales no resultó ser un método eficaz en el establecimiento de *N. wightii* seis meses después de establecida la cobertura, además de ser un método que incrementa los costos, no proporciona las condiciones adecuadas para la germinación, emergencia y establecimiento de la cobertura perenne.

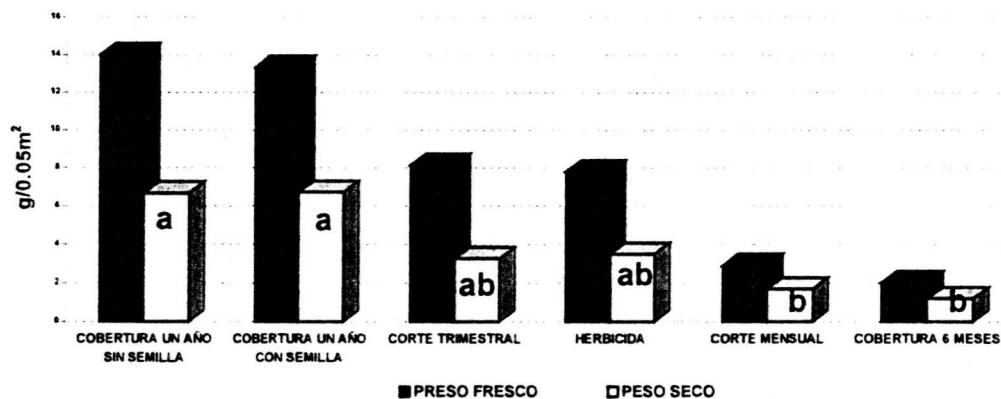
El tratamiento de corte trimestral de zacate Johnson durante un año no fué eficaz en el establecimiento de la cobertura de *N. wightii* debido a la competencia que se da por parte de las plántulas de la maleza que emergieron debido al ineficaz control de las semillas y rizomas de *S. halepense*.

La competencia de las malezas durante las primeras etapas de crecimiento de la cobertura de *Neonotonia wightii* se refleja en la disminución del peso fresco y seco de la cobertura (Figuras 12 y 13).

El uso del control químico para la eliminación de zacate Johnson no resultó ser eficiente en el establecimiento de *N. wightii* aunque elimina la maleza no impide la pérdida de humedad del suelo, como ocurre en el caso del tratamiento con cobertura

4.5. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas presentes en el sitio de siembra de *Neonotonia wightii* 50 días después del establecimiento.

Se observaron diferencias significativas en el peso fresco y seco de monocotiledóneas por efecto de la remoción del suelo en la siembra de *N. wightii* a los 50 días después de sembrada esta. En los tratamientos en donde se observó el menor peso fresco y seco de monocotiledóneas fueron cobertura durante seis meses, corte mensual y herbicida. El primero por efecto del establecimiento y desarrollo de *N. wightii* que para esta fecha ya tiene 6 meses de establecida. Se observó que en los tratamientos de corte mensual y herbicida no se encontraban las condiciones propicias de humedad y nutrientes como en los tratamientos de cobertura un año establecida con y sin semilla, condiciones que aprovecharon las malezas monocotiledóneas (Figura 14).



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Figura 14. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas presentes en el sitio de siembra de *Neonotonia wightii* 50 días después del establecimiento

La remoción del suelo en el establecimiento de *N. wightii* propicia la emergencia y por consiguiente en el aumento del peso fresco y seco de especies monocotiledóneas, principalmente en los tratamientos de cobertura, esta emergencia se da por la afectación de la capa de residuos de la cobertura muerta de *Mucuna pruriens*.

4.6. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas presentes en el sitio de siembra de *Neonotonia wightii*, 50 días después del establecimiento.

No existió diferencia significativa con respecto al peso fresco y seco de dicotiledóneas presentes en alguno de los tratamientos probados, después de 50 días de la siembra de la cobertura perenne (Anexo 6).

Los tratamientos donde se observó disminución en el peso fresco y seco de dicotiledóneas por efecto de la remoción del suelo en la siembra de *N. wightii* fueron los tratamientos de cobertura durante 6 meses y corte trimestral, este ultimo debido al ineficaz control de zacate Johnson, maleza que compite con especies dicotiledóneas. En el caso del control con cobertura durante 6 meses la disminución se da principalmente por el efecto de *N. wightii* que en esta fecha ya tiene 6 meses de establecida, el crecimiento de *N. wightii* es mayor lo que afectó el desarrollo de especies dicotiledóneas (Anexo 6).

4.7. Especies dicotiledóneas y monocotiledóneas presentes por efecto de los tratamientos de control

Las principales especies de maleza que aparecieron después de haberse desplazado *S. halepense* por efecto de los tratamientos de control de malezas fueron: Especies dicotiledóneas *Bidens pilosa* L., *Euphorbia* sp., *Euphorbia heterophylla* L., *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist., *Parthenium hysterophorus*

L., *Ipomea* sp., *Momordica charantia* L.; mientras que las especies monocotiledóneas fueron: *Rottboellia cochinchinensis*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Panicum fasciculatum* Swartz., *Cenchrus echinatus* L. Lo anterior coincide con Casanova (1999) y Curti-Díaz *et al.* (1996) que afirman que en la mayoría de las zonas citricolas del norte de Veracruz las especies más frecuentes son: mozote blanco (*Bidens pilosa* L.), hierba amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.) zacate cosecha (*Panicum fasciculatum* Swartz), zacate agrarista (*Cynodón dactylon*), “chapis” , “malaste” o “lengua de vaca” (*Anthurium flexile*) entre otras. así mismo específicamente en Manantiales, Martínez de la Torre; Ver. las huertas de naranjos predominan la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) zacate bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), mozote blanco (*Bidens pilosa* L.), amargosa (*Parthenium hysterophorus* L.). malaste (*Anthurium flexile*) (San Martín 2000).

Se observó principalmente la presencia de dicotiledóneas lo que coincide con Rosales y Rojas (1983) y Rosales (1980) que menciona que el zacate Johnson tiene efectos alelopáticos principalmente por los rizomas. Al eliminarse *S. halepense* de las parcelas, principalmente aquellas del tratamiento de corte mensual se observó que estos tratamientos fueron invadidos en su mayoría por dicotiledóneas en específico mozote blanco (*Bidens pilosa* L) y *Parthenium hysterophorus* L. Jarillo (1994) menciona que *Bidens* sp. y *Parthenium hysterophorus* L.; lograron escapar a la agresividad de *Mucuna pruriens*, este autor argumenta que es posiblemente a la plasticidad que como maleza presenta el género *Bidens* sp. Osorio (2000) en un estudio comparativo de

métodos de control de malezas en cítricos, donde se evaluó también el efecto de *Mucuna pruriens*, observó que el mozote blanco (*Bidens pilosa* L.), se encontró en todos los métodos de control y argumentó también que es debido a la plasticidad que presenta la especie.

5.- CONCLUSIONES

El uso de la cobertura de *M. pruriens* creciendo durante un año es el mejor método de control de parte aérea y rizomas de *Sorghum halepense* al compararlo con los métodos convencionales (químico y corte trimestral).

El control químico y corte trimestral tuvieron mejores resultados en el control de parte aérea después del noveno mes (Dic. 2001) del inicio de la investigación, a comparación de los tratamientos de cobertura y corte mensual cuyos efectos fueron visibles después del sexto mes.

Al afectarse la población de Johnson por efecto de los métodos de control, se propicia emergencia de otras malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas.

No existió diferencia alguna en cuanto a la densidad de emergencia de la especie *N. wightii* para ninguno de los tratamientos pero la utilización de *M. pruriens* permite un adecuado establecimiento de la especie *N. wightii* debido a los beneficios que aporta como materia orgánica, conservación de humedad, nutrición y control de malezas.

El método de control de corte mensual resulta eficiente en el control de malezas, pero no beneficia el establecimiento de *N. wightii* debido a la pérdida de humedad del suelo.

La especie *N. wightii* necesita para su establecimiento de humedad y nutrientes además de un adecuado control de malezas en sus primeras etapas de desarrollo, beneficios que pueden ser aportados por la utilización de los residuos de la cobertura de *M. pruriens*.

6.-LITERATURA CITADA

- Buckles, D. 1995. El frijol de abono: una planta nueva con una historia; Velvet bean: a "new" Plant with a history. *Economic Botany*. Vol.49 (1). pp:13-25.
- Buckles, D. y H. Barreto. 1996. Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura : un marco conceptual. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIMMYT. México, D.F. pp:13 .
- Bernal V., J. A. 1983. Alternativas químicas para el control de zacate Johnson de rizoma *Sorghum halepense* en vid. Memorias del IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Guadalajara Jalisco; México. pp: 663-682.
- Caamal M., J.A., J.J. Jiménez O., A. Jiménez B. 2001. The use allelopathic of legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy Journal* 93: 27-36.
- Casanova P., F. 1999. Control químico de malezas en naranjo en Martínez de la Torre, Veracruz. Tesis de Ingeniero agrónomo especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo UACH. Chapingo México.
- Castro M., E. y G. Rojas M. 1983. Algunos aspectos de la reproducción de zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Memorias del IV Congreso nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Guadalajara Jalisco; México. pp:512-538.

- Cruz H., H. E. 2002. Efecto de métodos de control de malezas sobre el banco de semillas de zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) en Limón Persa. (*Citrus latifolia* Tan.). Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Parasitología Agrícola . Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. Mex. 44p.
- Cruz R., A. 2000. Control de malezas en *Arachis pinto*: Cobertura en el cultivo de cítricos. Tesis de Ingeniero Agrónomo esp. en Parasitología Agrícola . Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Edo. Mex. 53p.
- Curti-Díaz, S.A., R. X. Loredó-salazar., U. Díaz Z., J.A. Sandoval R., J. Hernández H. 1996. Manual de Producción de Limón Persa. (Tecnología de productores líderes para productores). Folleto Técnico No.14. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Ixtacuaco. Tlapacoyan, Ver. México.
- Doll, D. J. 1986. Las malezas importantes del mundo y el futuro de la ciencia de las malezas. Memorias VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza; SOMECIMA. VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Maleza ALAM. Guadalajara, Jalisco. México.
- Domínguez V., J. A. 1990. Leguminosas de cobertura en cacao *Theobroma cacao* L. y Pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K. Tesis de M.C. Esp. en Manejo Integrado de Plagas. CATIE. Costa Rica. 85p.
- Domínguez V. J. A. y J. L. Medina P. 2000. Cultivos de cobertura: Componentes indispensables para una agricultura sustentable. Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Num. Especial. Difusión Cultural UACH. Pp:36-45

Espinosa G., F. J. y J. Sarukhan. 1997. Manual de Malezas del Valle de México. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 407p.

Espinosa, S.,T. y V. H. Santoyo C. 1992. El mercado del limón persa en México. Reporte de investigación No.8. Centro de investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 17p.

Flores C., J. A. 1999. Uso de leguminosas como cultivos de cobertura para el control de arvenses. Tesis Ing. Agroindustrial Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. San Luis Potosí, México. 65p.

Fox Q.,V. 2001. Primer informe de gobierno. Poder Ejecutivo Federal. México.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. UNAM. México D.F. 193 pp:

García R., J.C. y A. Montiel M. 1999. Evaluación agronómica de diez especies de leguminosas con potencial como abonos verdes y cultivos de cobertura en la Esmeralda, Santa María Chimalapa, Oaxaca, Méx. Tesis de Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo UACh. Chapingo México. 250p.

Godínez P.,L. 1990. Producción de semilla en conchita azul *Clitoria ternatea* L. y *Glycine Neonotonia wightii* Verd. Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Zootecnia. Chapingo, México. 74p.

- Gudiño G., F. A. 1995. Efecto de coberturas verdes y muertas sobre el control de malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en rotación bajo dos sistemas de labranza. Tesis de M.C. en Protección Vegetal. UACH. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Edo. Mex. 131p.
- Hernández G., L. 1992. Cultivos de cobertura, dinámica de la maleza. Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Parasitología Agrícola. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. Mex. 48p.
- Kissman, G. K. 1991. Plantas infestantes e nocivas. Tomo I. Sao Paulo. BASF Brasileira S.A. pp:558-559.
- López B., F. L. 1996. Comparación de la dinámica de fósforo en cultivo de callejones y coberturas orgánicas para frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Tesis de Mag Sc. Turrialba Costa Rica. 101p.
- López D., U. R. 1984. El zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Folleto Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. Monterrey Nuevo León; México. 43p.
- Loussert R. 1992. Los agrios. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 12-21p.
- Mckee R. 1930. Plantas tropicales para cultivos de cobertura y abonos verdes. Sobre tiro de: Boletín de la Unión Panamericana 64: 378-389, 545-553.
- McWhorter, C. G. 1972. Factors affecting Johnsongrass rhizome production and germination. Weed Sci. 20:41-25.

- Medina M., J. A. 2001. Opciones de manejo de malezas en frutales. Memorias del curso sobre Manejo de malezas en frutales y hortalizas. XXII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. ASOMECEMA. Colima, Mex.
- Narváez C., G. y F. Guevara H. 1999. ¿Qué hacer para iniciar el uso de Pica-pica mansa?. Folleto. Red de Grupos de Agricultura de Cobertura (RED/Gac.). Oaxaca de Juárez, Oaxaca. 14p.
- Ortiz C., A. 1995. Evaluación de cultivares de picapica mansa *Mucuna spp*: como cultivo de cobertura. Tesis de M.C. Esp en Botánica. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica. Montecillo. México. 144p.
- Osorio M., R. 2000. Estudio comparativo de los métodos de control de malezas en cítricos, prevalecientes en la cuenca de Tlacolula. Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Edo. Mex. 56p.
- Pérez M., E. 1978. Comparación de la efectividad de dos herbicidas en cítricos de fomento. Cienc. Tec. Agric. Protección de Plantas. Vol.1.No.3. Departamento de Herbología. IISV. Ministerio de Agricultura. Cuba. pp: 43-51.
- Reyes T., V. y C. Sánchez C. 1997. Producción de semilla de mucuna (*Mucuna deeringiana*) en dos sistemas de manejo en el poblado El Modelo, Matías Romero, Oaxaca, México. Tesis de Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo UACh. Chapingo México. 100p.
- Ríos G., D. 1989. Efecto de la fertilización fosfórica y fecha de corte de *Glycine Neonotonia wightii* Var. Tinaroo en dos tipos de suelo bajo condiciones de

invernadero. Tesis de Ing. Agrónomo Esp. en Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. Mex. 61p.

Rodríguez L., G. y O. Sánchez S. 2001. Interacción de coberturas vivas y labranza en la dinámica poblacional de malezas en maíz (*Zea mays* L.), en Chapingo, México. Tesis de Ingeniero agrónomo especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo UACH. Chapingo México.

Rosales R., E. 1980. Estudio sobre nuevas técnicas y productos para el control químico y pruebas preliminares sobre potencial alelopático de zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Tesis de Maestría en Ciencias. Esp. En Parasitología Agrícola. ITESM. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Monterrey, N.L. 101p.

Rosales, R., E. y M. Rojas, G. 1983. Pruebas preliminares sobre el potencial alelopático del zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Memorias del IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Guadalajara Jalisco; México. pp:663-682.

Rubio, C., R. 1994. Dinámica de la maleza en cultivos de cobertura. Tesis de Ingeniero Agrónomo Esp. en Parasitología Agrícola . Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. Mex. 68p.

Sain G.E. y D. Buckles D. 1998. An economic analysis of the abonera maize production system in the atlantic coast of Honduras. Economics Working Paper:98-02. CIMMYT. Mexico, D.F. 32p.

San Martín M., H. A. 2000. Manejo del hábito de crecimiento de *Mucuna pruriens* (L.) DC. Var *utilis* (Wall. Ex Wight) Black. Como cobertura viva en Naranja valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo UACH. Chapingo México.

Skerman, P.J., D.G. Cameron and F. Riveros . 1988. Tropical forage legumes. FAO Plant Production and Protection Series. No. 2., Rome, Italy. pp: 357-370

Skerman, P.J., D.G. Cameron and F. Riveros. 1991. Leguminosas tropicales forrajeras. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. Roma. Pp:383-401.

Torres R., J. A. y D. Martínez P. 1993. Descripción de gramíneas en plantaciones cítricas de Martínez de la Torre Ver. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex. pp:252-253.

Uc R., C. E. 2001. Leguminosas de cobertera en la agroforestería de Calakmul, Campeche, México. Tesis M.C. en Desarrollo Rural Regional. Dirección General de Centros Regionales. U.A.Ch. Chapingo. México. 173p.

Victoria Filho, R. 2001. Manejo de plantas daninhas em citros no Brasil. Memorias del Curso sobre Manejo de Malezas en Frutales y Hortalizas. XXII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. ASOMECIMA. Colima, Mex.

Zedillo P de L., E. 2000. Sexto Informe de Gobierno. Poder Ejecutivo Federal. México.

ANEXOS

Anexo 1. Medias de peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *S. halepense* en los tratamientos de control el 17 febrero del 2001.

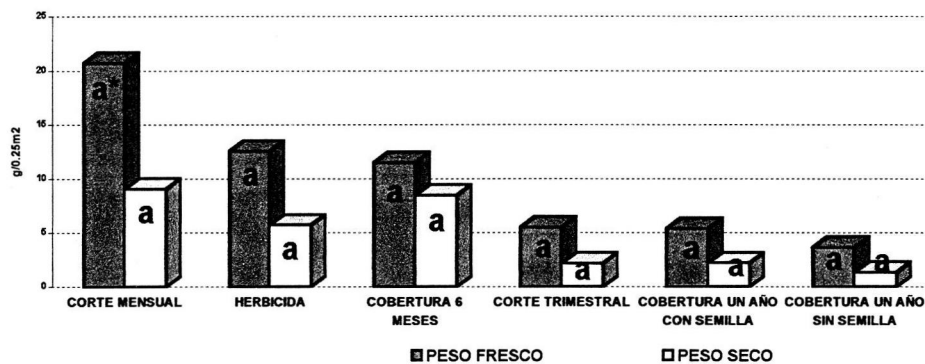
Tratamientos	Parte aérea		Rizomas	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
<i>Mucuna pruriens</i> (A, B y C)				
Corte mensual (D)	18.85a	6.19a	7.18 a	1.52a
Corte trimestral (E)				
Herbicida (F)				

*:Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%.

Anexo 2. Medias de peso fresco y seco de parte aérea y rizomas de *S. halepense* en los tratamientos de control. 21 de marzo de 2001

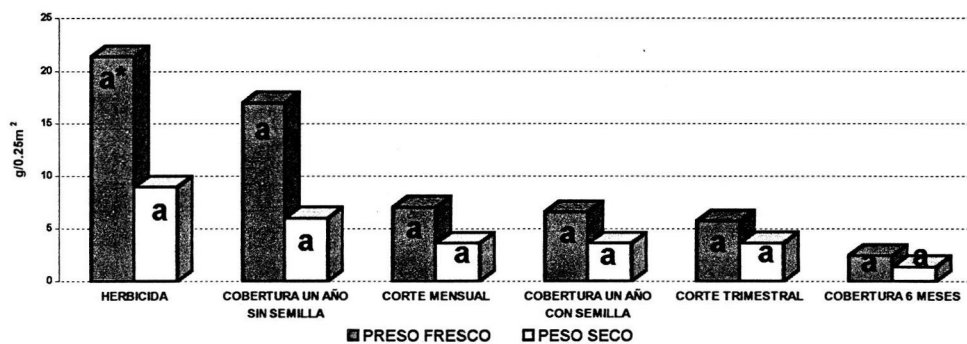
Tratamientos	Parte aérea		Rizomas	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	ton ha ⁻¹
<i>Mucuna pruriens</i> (A, B y C)				
Corte mensual (D)	3.22 a	0.596 a	3.65 a	0.850 a
Corte trimestral (E)				
Herbicida (F)				

*:Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%.



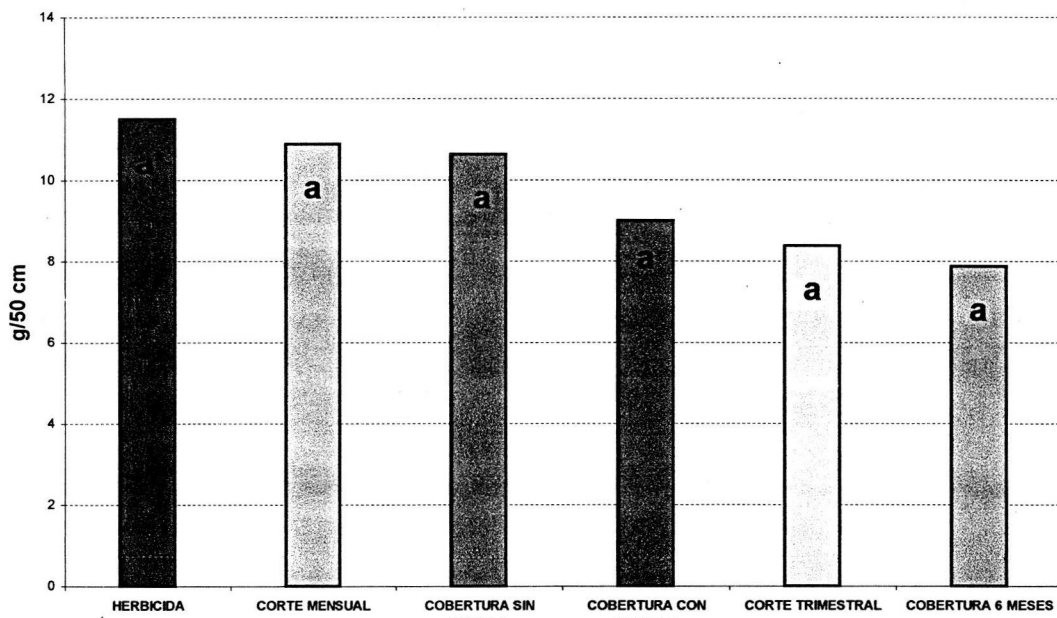
*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Anexo 3. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas en abril del 2002.



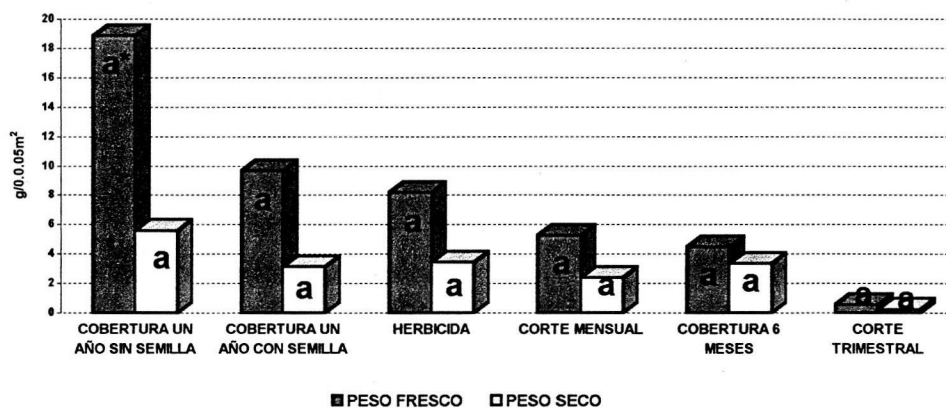
*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

Anexo 4. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas monocotiledóneas en abril del 2002.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%.

Anexo 5. Número de plántulas de *Neonotonia wightii* emergidas en los tratamientos de control de malezas 50 días después de la siembra.



*Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no son diferentes estadísticamente, según Tukey al 5%

Anexo 6. Efecto de los tratamientos de control sobre el peso fresco y seco de malezas dicotiledóneas presentes en el sitio de siembra de *Neonotonia wightii* 50 días después del establecimiento.

IMPRESA ANHER

IMPRESIONES & ENCUADERNACIONES

FRAY PEDRO DE GANTE No. 118-D
TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

