INFLUENCIA DEL MELINIS MINUTIFLORA BEAUV. EN EL CRECIMIENTO DEL CORDIA ALLIODORA (R. & P.) CHAM.

RAUL M. MARINERO MORENO

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

TURRIALBA, COSTA RICA

FEBRERO, 1962

INFLUENCIA DEL MELINIS MINUTIFLORA BEAUV, EN EL CRECIMIENTO DEL CORDIA ALLIODORA (R. & P.) CHAM.

RAUL M. MARINERO MORENO

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

TURRIALBA, COSTA RICA

FEBRERO, 1962

INFLUENCIA DEL *MELINIS MINUTIFLORA* BEAUV. EN EL CRECIMIENTO DEL *CORDIA ALLIODORA* (R. & P.) CHAM.

Por

Raúl M. Marinero Moreno

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Febrero, 1962

INFLUENCIA DEL *MELINIS MINUTIFLORA* BEAUV. EN EL CRECIMIENTO DEL *CORDIA ALLIODORA* (R. & P.) CHAM.

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza Graduada

APROBADO: _____ Consejero

_____ Comité

_____ Comité

Febrero, 1962

A MIS PADRES

A MI ESPOSA ANTONIETA

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos al Dr. Gerardo Budowski, por su valiosa colaboración y sugerencias recibidas como consejero principal en la presente investigación.

Manifiesta sus agradecimientos a los miembros de su Comité Consejeros Dr. Pierre Sylvain e Ing. Waldemar Albertin, por la revisión del manuscrito y acertadas sugerencias en la presentación final de la tesis.

A la Organización de Estados Americanos por haberle brindado la oportunidad de realizar estudios postgraduados.

Expresa su agradecimiento al Ing. Juan Banda Sifuentes, Secretario de la Escuela Superior de Agricultura " Antonio Narro" por su constante estímulo hacia el perfeccionamiento de la carrera forestal así como por su valiosa colaboración en los trámites para la obtención de la beca.

Al personal de la Biblioteca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por su apreciada colaboración en la revisión de literatura.

A aquellos miembros del personal del Instituto que prestaron su desinteresada colaboración para llevar a cabo el presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en Paso del Macho, Veracruz, México el 8 de noviembre de 1935.

Hizo sus estudios primarios en Loma Bonita, Oax., y sus estudios secundarios y preparatorios en la Escuela Práctica de Agricultura " La Huerta", Michoacan.

Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Superior de Agricultura " Antonio Narro" de Saltillo, Coahuila, donde se graduó en enero de 1959, con el Título de Ingeniero Agrónomo.

Trabajó en la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza de México como Coordinador Forestal de Viveros, en el período 1959-1960.

Ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en julio de 1960, en calidad de estudiante graduado del Departamento de Recursos Renovables. Terminó sus estudios en febrero de 1962.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS

INDICE DE GRAFICAS

INDICE DE FIGURAS

I

INTRODUCCION

El laurel Cordia alliodora (R. & P.) Cham., pertenece a la familia Boraginaceae. Es uno de los árboles más conocidos en los países centroamericanos y principalmente en Costa Rica por su valiosa madera y rápido desarrollo. Esta especie es típica del bosque de segundo crecimiento y se establece rápidamente en terrenos abiertos aún cuando han sido pastoreados. Es muy notable el hecho de que el laurel puede crecer satisfactoriamente en combinación con los potreros, ya que son pocas las especies arbóreas que pueden desarrollarse en una forma satisfactoria en semejantes condiciones.

Se ha comprobado que este árbol no requiere muchos cuidados silviculturales, ya que se poda desde muy temprana edad por sí mismo y su tronco principal crece muy recto. El diámetro de la copa es muy estrecho, de tal modo que la sombra proyectada por la corona, no perjudica el buen desarrollo de los pastos. Su crecimiento es excelente y no sufre de plagas serias (29). En consecuencia esta especie con muy pocos y sencillos cuidados silviculturales, reportaría altos rendimientos y ganancias como lo mostró Pérez (42) para las condiciones de Costa Rica.

En Turrialba, el laurel se ha reproducido con éxito por brinzales, por estacas formadas por tallos y raíces recortados y por siembra directa en montoncitos incinerados. En la siembra directa, se ha observado que en todos los lugares donde prevalecía el zacate gordura (Melinis minutiflora Beauv.), el laurel tenía un crecimiento deficiente; las hojas tomaban un color amarillento y se producía un estancamiento en el crecimiento. En base a estas observaciones, resultaba muy difícil establecer el laurel

donde estaba presente el zacate Melinis minutiflora (13). Otras observaciones en zacate Melinis confirmaron la ausencia de regeneración. Esto ha conducido a asumir que podría haber interferencia en el crecimiento inicial del laurel debido a una posible secreción de substancias tóxicas.

La liberación de substancias orgánicas por raíces o por hojas en relación a su efecto perjudicial en el crecimiento de otras plantas o de la misma, constituye una materia con un campo muy amplio de observación.

Estas substancias inhibidoras del crecimiento, parecen desempeñar un papel muy importante en la agricultura y ecología y probablemente se encuentran presentes en numerosas especies del reino vegetal, así como en diferentes partes de la planta. Son específicos en su acción, afectando determinadas especies o ciertas partes de la planta.

En estos últimos años, muchos investigadores se han dedicado a identificar estos compuestos, así como verificar sus efectos tóxicos en el crecimiento de las plantas, y han llegado a comprobar diferentes tipos de acción. En el presente experimento, se ha intentado investigar, si el deficiente crecimiento inicial del laurel, es debido al efecto de la competencia o debido a substancias excretadas por hojas o raíces de este zacate, o a una interacción de ambos.

Por esta razón se ha diseñado un experimento de invernadero donde se ha cultivado el laurel solo o con Melinis y se ha irrigado con diferentes niveles de extractos de Melinis para observar a través del crecimiento, cualquier efecto tóxico o competencia para nutrimentos y humedad.

REVISION DE LITERATURA

Interacción entre plantas

El antagonismo entre plantas, cuando no es atribuído a la competencia, es un fenómeno que hasta hoy día no ha sido completamente investigado, pero en la actualidad se ha acumulado mucha evidencia que demuestra que ciertas substancias excretadas por hojas o raíces pueden ser capaces de inhibir el crecimiento al penetrar en el suelo y acumularse en cantidades suficientes. Resultan entonces tóxicas, ya sea después de activación por microorganismos o acción directa sobre las plantas.

En el año 1832 el botánico frances De Candolle (citado por Garb, 20) fué el primero que postuló la teoría de que las plantas producían substancias tóxicas específicas, capaces de inhibir el crecimiento de otras plantas, aún cuando esta teoría no fué aceptada en aquel tiempo. El notó que había una aparente inhibición del lino por enforbio y de avena por cardo.

A principios del siglo XX se realizaron algunas investigaciones para demostrar el efecto perjudicial ocasionado por zacates. Experimentos realizados por Howard (30) en 1925 muestra que el efecto de zacates es básicamente una restricción del crecimiento de las raicillas superficiales, de árboles frutales y forestales jóvenes reduciendo grandemente el número de raicillas activas.

Otros zacates tienen también un efecto retardatorio en el crecimiento. Cubbon (16) observó que el centeno (Secale cereale) aparentemente retardó el crecimiento de la vid en terrenos que estaban muy bien dotados de elementos nutritivos y humedad. Ahlgreen y Aamodt (1) investigaron la

interacción perjudicial de raíces entre varias especies de pastos y legumbres tales como: Poa pratensis, Phleum pratense, Agrostis alba, Trifolium pratense, Trifolium hybridum y Trifolium repens. De todas estas especies probadas, se notó que el Poa pratensis fué practicamente eliminado cuando el trébol crecía en asociación con los pastos.

No solamente las plantas vivas sino que también los residuos de hojas y raíces de cosechas anteriores a un mismo cultivo, desempeñan un papel muy importante en el efecto retardatorio que puedan ocasionar a otras plantas o a la misma especie.

Collison (14, 15) reportó en el año 1925 que los extractos acuosos de la paja de trigo tienen un efecto muy tóxico sobre las plántulas de cebada, lo cual ocasiona una reducción en el crecimiento. Además supuso la existencia de un compuesto químico como el ácido salicílico o vanilina en los residuos de las plantas.

Breazeale (12) atribuyó el efecto perjudicial del sorgo sobre cultivos subsiguientes, a la presencia de una substancia tóxica, formada durante la descomposición del rastrojo.

Hawkins (27) reportó que cuando el rastrojo se sepultaba en grandes cantidades, esto retardaba grandemente el crecimiento de las plantas de maíz, pero tal efecto tendía a desaparecer en pocos meses.

También han sido observados los efecto perjudiciales en los árboles frutales. Schneiderhan (49) observó que las plantas de tomate, papa y manzano eran afectadas en el crecimiento, cuando crecían cercanos a los árboles de nogal, Juglans nigra. Strong (50) también observó un marchitamiento en plántulas de tomate, cuando estaban entre 25 a 30 pies de distancia

de la base del nogal; la hortensia moría, y la lila era atrofiada en su desarrollo cuando crecían cercanas a los árboles de nogal. En cambio no hubo ningún efecto en zanahoria, remolacha, guisantes y otros.

En una revisión de literatura, Thatcher (52) en 1923, concluyó que el efecto perjudicial que ejercen algunos cultivos sobre otros estando en asociación o por resíduos de cosechas, probablemente sea debido a substancias químicas en el suelo, liberadas por estas plantas o en asociación con los primeros cultivos que aún no han sido establecidos. En los años de 1923 a 1936, las investigaciones de Elmer (17, 18) dieron un fuerte impulso para investigar e identificar los compuestos y sus efectos tóxicos.

Liberación de substancias por raíces

Existe en la actualidad abundante literatura concerniente a la excreción de aminoácidos liberados por raíces. Andal y otros (2) identificaron 4 aminoácidos en los exudados de raíces de arroz: ácido aspártico, ácido glutámico, triptófano y licina. Ratseck (46) encontró que las raíces de ciertas plantas excretan algunos ácidos orgánicos. Tesar (51) por medio de la cromatografía en papel identificó los siguientes aminoácidos excretados por las raíces de trigo: ácido aspártico y ácido glutámico, serina, glicina, asparagina, glutamina, alanina, tirosina, valina, metionina, leucina, ácido amino-butírico y prolina. Todos estos aminoácidos fueron detectados en las raíces, excepto los dos últimos. Bhuvaneswari, y Subba-rao (8) identificarón además el ácido tartárico y oxálico, d-xilosa y d-fructuosa en los exudados de sorgo. Massart (35) encontró el p-hidroxibenzoico, vanílico, p-cumárico y ácido felúrico en raíces de remolacha. Estos ácidos particularmente los dos últimos impidieron la germinación del mastuerzo

(Lepidium sativum). El ácido felúrico y vanílico, fueron encontrados en todos los miembros de la familia Chenopodiaceae.

Preston y otros (43) tuvieron evidencia de que por lo menos algunas especies de plantas exudan substancias que posteriormente son absorbidas por las raíces de otras plantas. Para comprobar esto, aplicarón el ácido alfametoxifenilacético entre el tallo y las hojas, por diferentes métodos. Al término de 9 horas este ácido fué perceptible en plantas que no tuvieron ningún tratamiento, pero que crecieron en los mismos potes que los tratados. Varios investigadores han encontrado que este tipo de substancias excretadas por raíces, puede tener un efecto tóxico sobre otras plantas. Hammer y Klomparens (25) aplicaron diferentes concentraciones de beta-metil umbeliferona a plantas en potes, encontrando que el crecimiento de trigo no fué afectado. En cambio la aplicación de concentraciones de 8000 partes por millón tuvo un efecto altamente inhibitivo en frijol y pepino. Knapp y Furthman (32) estudiaron el efecto de la cumarina, ácido benzoico y ácido cinámico, en la germinación de semillas y plantas de reciente desarrollo. La cumarina resultó ser más toxico pero su efecto fué disminuído después de un corto tiempo. Además observó que las plantas de mayor edad eran menos afectadas por esta substancia, que aquellas de edad temprana. Goodwin (21) investigó el efecto de la cumarina y 23 de sus derivados sobre el crecimiento de las raíces de avena. Encontró que hay compuestos inhibitivos que penetran rápidamente por las raíces en las primeras 3 horas después de la aplicación, y que el ácido indole-3-acético produjo un 50 por ciento de inhibición a una concentración de 10^{-6} molar.

Las secreciones de substancias orgánicas producidas por las raíces de otras plantas o de la misma especie, pueden retardar el crecimiento o producir anormalidades. Bonner y Galston (9, 10) en una serie de numerosos experimentos usando lixiviados y extractos de raíces del guayule (Parthenium argentatum), demostraron que las substancias emanadas de las raíces viejas son capaces de inhibir el crecimiento de plántulas jóvenes de la misma especie. Además después de lavar 20,000 raíces con agua destilada pudieron aislar dos substancias claves: el ácido transcinámico que a una concentración de 50 mg por litro de agua, tuvo un efecto de un 50 por ciento de inhibición. El otro compuesto no les fué posible identificarlo. Bennet y Bonner (7) hicieron extractos acuosos de 11 especies del desierto para probar cuales de estas especies eran tóxicas a las plántulas de tomate. Encontraron que las especies como Thamnosma montana, Sacrobutus vermiculatus, Prosopis juliflora y Viguiera reticulata resultaron tóxicos. De la especie Thamnosma montana aislaron tres compuestos cristalinos a los cuales le asignaron una fórmula empírica $C_{16}H_{15}O_6(OCH_3)$ y $C_{11}H_4O_3(OCH_3)_2$. Estos tres compuestos son similares en estructura pero el más tóxico de estos es letal a las plántulas de tomate a una concentración de 15 a 25 mg por litro.

Becker y Guyot (3,4) experimentaron la acción de las excreciones de raíces de 16 especies en vegetación natural, atribuyendo el efecto inhibitivo sobre la germinación de lino, rábano y arveja, a las substancias excretadas por raíces. Aplicando extractos acuosos de diferentes especies, encontraron que afectaban la germinación y desarrollo normal de las plantitas y que la especie Achillea millefolium produjo grandes deformaciones

a las plántulas de trigo. Becquerel y Rousseau (5) demostraron que la substancia tóxica " licina " es producida por las raíces de lino durante el crecimiento, inhibiendo así el desarrollo de las plantas jóvenes. Este efecto puede permanecer durante el período de descomposición de las raíces, afectando el crecimiento del lino, pero no en el caso de otros cultivos, tales como cereales y legumbres. Helgeson y Konzak (2) concluyeron que los extractos acuosos de raíces y retoños de cardo (Cirsium arvense) y enredadera (Convolvulis arvensis) disminuyeron la germinación y el subsecuente crecimiento de las plántulas de trigo y lino. Aumentando la concentración disminuye aún más la germinación y crecimiento, pero tales concentraciones o extractos acuosos de estas substancias tóxicas, no se encuentran en condiciones naturales.

Benedict (6) experimentando con Bromus inermis y otras especies de zacates, asociados en grupos y mezclados, observó que el Bromus inermis decrecía en peso seco aún estando bien dotado de soluciones nutritivas. Concluyó que una substancia o varias substancias derivadas de las raíces muertas de Bromus inermis, son responsables de la inhibición del crecimiento de este mismo zacate.

Kommedahl (33) comprobó que los rizomas del zacate Agropyron repens contenían una substancia tóxica capaz de inhibir el crecimiento de las plántulas de alfalfa, cuyo crecimiento disminuyó hasta un 40 por ciento en comparación con el testigo. Además concluyó que los rizomas y el follaje de Agropyron repens pueden ser tóxicos a las plántulas de alfalfa, lino y en menor grado al trigo, la avena y la cebada. Martín (34) asumió que una substancia tóxica es parcialmente responsable para la reducción

del crecimiento de cítricos que crecen en suelos donde se ha cultivado contínuamente una misma especie. En cambio los resultados de Havis (26) fueron muy diferentes. El no encontró ningún efecto tóxico aplicando lixiviados de materia seca y materia verde de raíces de durazno. Proebsting (44) y Proebsting y Gilmore (45) demostraron que aplicando extractos y materia seca de raíces del duraznero al suelo, había un alto porcentaje de inhibición en el crecimiento de plántulas de la misma especie. Evenari (19) concluyó que las substancias que inhiben el crecimiento pueden provenir de todas las partes de la planta: pulpa de frutas, cubierta, endosperma, cubierta de semillas, embrión, hojas, bulbos y raíces. Los principales inhibidores que se conocen son substancias que pertenecen a los siguientes grupos químicos: aminoácidos, azúcares, flavonas, compuestos fenólicos y etilenos.

Liberación de substancias por hojas

Las observaciones de Went (53) con Encelia farinosa, un arbusto del desierto de California que muy raramente se encuentra asociado con otras plantas anuales, dieron origen a que asumiera que las substancias excretadas de las hojas eran las responsables del retraso del crecimiento. Gray y Bonner (22, 23) confirmaron esta observación y además encontraron que las hojas de Encelia farinosa contenían un compuesto tóxico que penetraba en el suelo, el cual inhibía el crecimiento de las plántulas del maíz y tomate, así como también plantas asociadas con arbustos del desierto. Estos investigadores aislaron el compuesto de las hojas y lo identificaron como 3-acetil-6-metoxibenzaldohído. Probaron que este compuesto era tóxico a las plántulas de tomate y que aplicado a razón de 125 mg por li-

tro de agua, era capaz de inhibir el crecimiento hasta un 50 por ciento; a 250 mg por litro, causaba la muerte de la mayoría de las plantitas.

Muller (38) encontró que las hojas de Encelia farinosa y Franseria dumosa contienen efectivamente substancias tóxicos que matan las plántulas de tomate en cultivo hidropónico. Franseria tiene un efecto más fuerte que la Encelia. Mergen (36) investigó el efecto tóxico del raquis, hojas y tallo de la especie Ailanthus altissima sobre otras plantas y encontró que de 46 especies probadas, 45 eran afectadas en grados diferentes, pero que únicamente la especie Fraxinus americana resultó ser resistente a este efecto. Concluyó que el Ailanthus tiene una substancia tóxica que puede ser uno de los factores más importantes que limiten la sucesión natural en rodales donde se encuentra esta planta. Además, observó que como efecto de la descomposición de hojas que se realiza en el piso de los bosques, existe una gran cantidad de substancia tóxica capaz de matar las plántulas al poco tiempo de haber germinado.

Es muy bien conocido que el compuesto Juglona (5-hidroxinaptoquinona) liberado por Juglans nigra, causa un efecto tóxico a otras plantas. Gries (24) identificó esta substancia en las hojas, corteza y frutos de las especies Juglans nigra y Juglans cinerea. Se trata de la hidrojuglona, que en sí no es tóxica, pero al ser oxidada, se transforma en un fuerte tóxico para la alfalfa y el tomate.

El papel de los microorganismos en la toxicidad de los resíduos de cosechas

Numerosos experimentos, demuestran que los microorganismos pueden tener un efecto importante sobre la toxicidad de las substancias secreta-

das por las raíces. Por otra parte, estas substancias pueden influenciar sobre la microflora del suelo.

Los trabajos de Patrick (40) dan un ejemplo clásico del papel que desempeñan los microorganismos. En sus estudios mostró como la amigdalina, que es un constituyente natural de la corteza de las raíces del durazno, no tiene ningún efecto tóxico sobre la planta, pero puede convertirse en una substancia tóxica por medio de la acción de los microorganismos del suelo. Resultados similares obtuvo Borner (11) al comprobar que la substancia floridzina que es un constituyente de la corteza de la raíz, es descompuesta por los microorganismos ya sea en el suelo o en cultivo hidropónico. El proceso de descomposición, pasó por las siguientes etapas:

ácido p-hidroxihidrocinámico → ácido-p-hidroxibenzoico
↗
floridzina floretina
↘
floroglucinol.

Todos estos compuestos identificados por medio de la cromatografía del papel, exceptuando el floroglucinol, tuvieron un efecto inhibitivo de 15 a 35 por ciento en el crecimiento de raíces, cuando se encontraba a una concentración de 10^{-4} molar. Además comprobó que aplicando 1 gramo de raíces secas de manzano en 500 ml en soluciones nutritivas, se redujo el crecimiento de raíces y tallo hasta un 50 por ciento debido a la inhibición producida. Este mismo autor (11) consideró muchos aspectos de los inhibidores del crecimiento, haciendo notar que ciertos microorganismos descomponen las excreciones no tóxicas para producir substancias fitotóxicas. Concluyó que los resíduos de cosechas pueden ser ampliamente respon-

sables en la producción de substancias tóxicas en el suelo en cultivos subsecuentes. Pero falta que tales materiales y sus productos de descomposición sean aislados o identificados para demostrar sus efectos tóxicos para el crecimiento de plantas.

Patrick (40) concluyó que, donde existen o existieron huertos de árboles de durazno de edad avanzada, la acción microbiana en la porción de amigdalina en las raíces, es el principal factor responsable por la producción de substancias tóxicas encontradas en el suelo. Patrick y Koch (41) demostraron que las substancias producidas por la descomposición de los resíduos de Phleum pratense, maíz y centeno, aplicados a las semillas y plántulas de tabaco, son capaces de inhibir la respiración, la germinación y el crecimiento. Además concluyeron que los principales factores que afectan la producción de substancias tóxicas son: la especie, el estado de madurez del material, el pH del suelo, el contenido de humedad y la longitud del período de descomposición.

También existen evidencias de que en algunos casos los microorganismos pueden disminuir el efecto tóxico de las especies liberadas por raíces. Muller y Muller (39) investigaron el efecto tóxico de Franseria dumosa, Thamnosma montana y Encelia farinosa. Demostraron que efectivamente contienen substancias tóxicas solubles en agua que inhiben el crecimiento de las plántulas de tomate, en cultivo hidropónico. Estas substancias, sin embargo, son inefectivas en su habitat natural, posiblemente debido a la actividad microbiana.

Algunas excreciones de raíces pueden ser benéficas a los microorganismos. Rovira (47,48) encontró que ciertas substancias liberadas por raíces,

incrementaban el crecimiento de la población microbiana. Katnelson y otros (31) concluyeron que ciertas substancias excretadas favorecían las bacterias para su nutrición. Por otra parte Mishustin y Naumova (37) reportaron que las raícos de alfalfa, secretan una substancia química denominada saponina. Esta substancia puede retardar seriamente el crecimiento de las plantas de algodón. Además comprobaron, que la saponina puede suprimir a los microbios del suelo.

Cuadro No. 1 Plantas que producen diferentes inhibidores del crecimiento de composición conocida, según Garb (20).

Plantas que contienen estos inhibidores	Compuesto químico	Plantas inhibidas	Partes inhibidas	Plantas resistentes	Observaciones
Dipteryx odorata y D. oppositifolia, Trébol oloroso (Melilotus)	cumarina	zanahoria, cebolla azucena, alfalfa	raíces	mastuerzo coles	
Anemone pulsatilla Ranúnculo (Ranunculus)	protoanemonina	mastuerzo maíz			
Thamnosma montana Angelica glabra	biacangelicina	tomate			
Thamnosma montana Thamnosma montana	isopimpinolina $C_{16}H_{15}O_5(OCH_3)$	tomate tomate			
Guayule (Parthenium)	ácido transcinámico	guayule, guisantes		tomate	homólogo
Encelia farinosa	3-acetil-6-metoxi benzaldehido	tomate, pepino maíz		cebada avena girasol	inhibidor en hojas
Sorbus aucuparius Trigo, naranjo	ácido parasórbico	cebolla, tomate	raíces		
Vainilla (Vanilla planifolia)	vanilina	plántulas de trigo	raíces		inhibidor en hojas
Bergenia crassifolia Manzano (Pyrus communis)	arbutina	plántulas de trigo			
Avena	escopoletina	avena			homólogo
No aparece en lista	umbeliferona	plántulas de pepino	raíces	guisantes maíz, trigo	

Cuadro No. 2 Plantas que producen inhibilores del crecimiento de composición desconocida, según Garb (20)

Plantas que producen estos inhibidores	Plantas inhibidas	Partes inhibidas	Plantas resistentes	Observaciones
Trébol (Trifolium)	Pasto azul de Kentucky (Poa pratensis)		Bromo inerme (Bromus inermis) Cola de rata (Phleum pratense)	
Pasto azul de Kentucky (Poa pratensis)	Azul del Canada (Poa compressa)	follaje y raíces		
Agrostis alba	(Phleum pratense)	follaje y raíces		
Agrostis alba	(Poa pratensis)	follaje		
Bromus inermis	plántulas de Bromus inermis			homólogo
Prosopis juliflora	tomate			
Sarcobatus vermiculatus	tomate			
Viguiera reticulata	tomate			
Larrea tridentata	tomate			
Encelia frutescens	tomate			
Franseria dumosa	tomate			
Artemisia absinthium	Salvia schlarea			inhibidor en hojas, puede ser absintina
Artemisia absinthium	hierba cana (Senecio)		Datura, Stellaria	
Durazno	durazno			homólogo

(continúa en la página siguiente)

(Continuación del cuadro No.2)

Reporte de plantas que producen inhibidores del crecimiento de composición desconocida, según Garb (20)

Plantas que producen estos inhibidores	Plantas inhibidas	Partes inhibidas	Plantas resistentes	Observaciones
Centeno	uvas			
Antennaria fallax	*Antennaria fallax*			homólogo
Aster macrophyllus	*Aster macrophyllus*			homólogo
Erigeron pulchellus	*Erigeron pulchellus*			homólogo
Cardo (*Cnicus sp.*)	avena			
Euphorbia sp.	lino			
Ballico italiano (*Lolium multiflorum*)	Pasto azul de Kentucky *Festuca rubra* var. commutata			
Agrostis alba	*Festuca rubra* var. commutata			
Nogal ceniciento (*J. cinerea*)	*Potentilla fruticosa*			
Tridax procumbens	otras malas hierbas			
Leersia hexandra	arroz			
Robinia pseudoacacia	*Pinus strobus*, cebada			
Fraxinus americana	*Pinus strobus*			
Avena, alfalfa, aguacate cebada, bardana sorgo del Sudán	tomate			
Larrea divaricata	plántulas de gobernadora			homólogo

(continúa en la página siguiente)

(Continuación del cuadro No. 2)

Plantas quo producen inhibidores del crecimiento de composición desconocida, según Garb(20)

Plantas que producen estos inhibidores	Plantas inhibidas	Partes inhibidas	Plantas resistentes	Observaciones
Sorgo	otros pastos			
Nogal negro (Juglans nigra)	Andropogon virginicus Danthonia spicata zarza (Rubus spp.) romaza Potentilla spr pino rojo (Pinus resinosa) pino blanco (Pinus strobus) manzano papa alfalfa tomate hortensia azucena crisantemo espárrago		Pasto azul de Kentucky Phleum pratense Rubus occidentalis agrostide (Erigeron) helecho aster solidago hierbabuena violeta (Viola odorata) vid, trébol, Parthenocissus dumetorum cardo, ambrosia, Arrhenatherum elatius Dactylis glomerata Festuca pratensis Muhlenbergia schreberi Holcus lanatus Triodia flava Toxicodendron radicans maíz, avena, trigo, Secale cereale alforgón, durazno, ciruelo, peral,	el inhibidor puede ser la juglona
Girasol (Helianthus scaberrimus)	Helianthus scaberrimus			homólogo en primavera

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Recursos Renovables del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica. Este invernadero se encuentra a una elevación de 610 m sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 22.6ºC y la precipitación anual de unos 2600 mm.

El invernadero tenía una cubierta de plástico transparente, para permitir que penetrara al máximo la luz, ya que tanto el laurel como el pasto *Melinis* son especies helíofitas o sea que requieren mucha cantidad de luz,

Diseño Experimental y Tratamientos

El diseño para averiguar posibles efectos inhibitivos constó de 8 bloques al azar con 8 tratamientos para cada bloque, dando un total de 64 plantas. Se sortearon los bloques y los tratamientos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1.- Laurel (Testigo).

2.- Laurel asociado con *Melinis*.

3.- Laurel irrigado con 100 gramos de extracto de hojas de *Melinis*.

4.- Laurel irrigado con 200 gramos de extracto de hojas de *Melinis*.

5.- Laurel irrigado con 300 gramos de extracto de hojas de *Melinis*.

6.- Laurel irrigado con 100 gramos de extracto de raíces de *Melinis*.

7.- Laurel irrigado con 200 gramos de extracto de raíces de *Melinis*.

8.- Laurel irrigado con 300 gramos de extracto de raíces de *Melinis*.

Obtención de semillas

Las semillas del laurel se obtuvieron de árboles que se encuentran en los alrededores del Instituto, escogiéndose árboles bien conformados que no presentarón ninguna enfermedad o plagas y que tenían varios años en producción de semillas.

Siembra en el vivero

Se limpió y niveló perfectamente el terreno, y una vez preparado se procedió a efectuar la siembra a una profundidad entre el doble y el triple de la dimensión de cada semilla. La distancia entre líneas fué de 10 cm. No se realizó ningún tratamiento especial. La siembra se hizo el 22 de abril y las semillas germinaron entre los días 29 de abril y 11 de mayo de 1960. Las plantitas desarrollaron normalmente, ayudadas por riegos y deshierbes.

Preparación de suelo para macetas

Se utilizaron los primeros 10 cm de una capa del suelo del lugar, escogiendo aquel en que no había signos visibles de invasión por Melinis minutiflora. Se cirnió y se mezcló completamente, para que la composición por maceta fuera lo más uniforme posible. Una vez preparado este suelo se llevó al autoclave y se esterilizó a una temperatura de 100ºC y una presión de 15 libras por término de una hora, para evitar que hubieran interferencias de hongos y bacterias al aplicar los extractos. Después del enfriamiento, se procedió el 25 de abril de 1961 a llenar 100 macetas, y el 28 de este mismo mes se realizó el trasplante de los arbolitos del vivero a la maceta, seleccionándose aquellas plantas que fueran lo más uniforme en tamaño, vigor y número de hojas. Se utilizaron macetas circu-

lares de barro cocido con un orificio en el fondo para la salida del exceso de agua. Las dimensiones fueron las siguientes 28 cm de alto por 26 cm de diámetro en la parte superior y 20 cm de diámetro en la base.

Después de 2 meses de haberse efectuado el trasplante de vivero a maceta, se seleccionaron nuevamente 64 plantas de las 100 macetas, formándose los bloques de tal manera que al principiar la aplicación de extractos, se contara con plantas sanas y de vigor parejo a fin de evitar en lo posible tener pérdidas, después de haberse principiado a efectuar las aplicaciones de extractos. La selección de las plantas se hizo de acuerdo con su conformación, vigor y número de hojas.

La siembra del zacate Melinis, se realizó por trozos de cepas. Las raíces se lavaron perfectamente con agua destilada, para eliminar la tierra adherida a las raíces. La siembra se hizo el día de la primera aplicación de los extractos.

Preparación de los extractos de hojas

Se cortaron las hojas de Melinis de plantas bien desarroladas, pesándose 800, 1600 y 2400 gramos de materia verde respectivamente. A las hojas se les dió un ligero lavado con agua destilada para eliminar impurezas y resíduos de tierra que se hubiesen adherido. Estas hojas se trituraron en un molino y se recibieron en cámaras de vidrio, agregándosele 2 litros de agua destilada respectivamente. Se cubrieron las cámaras con un vidrio para evitar que cayeran cuerpos extraños, así permanecieron tapadas durante 24 horas y después de este tiempo, se filtraron los extractos a través de una tela burda. Se agregó después agua destilada para restablecer el volumen original de 2 litros. Se colocaron los extractos

en frascos Erlenmeyer de 250 ml de capacidad para cada tratamiento y se llevaron los Erlenmeyer al autoclave donde permanecieron por 15 minutos a una temperatura de 100ºC y una presión de 15 libras.

Preparación de extractos de raíces

Se seleccionaron plantas de Melinis de mayor edad, procediéndose a desenterrar las raíces en forma más completa posible. Las raíces se sacudieron con el objeto de eliminar las partículas de tierra adherida. Después se les dió un ligero lavado con agua destilada. Una vez que se sacaron del agua en que se lavaron, se secaron y se siguió el mismo procedimiento que se efectuó en la preparación de los extractos de hojas. La primera aplicación se hizo el día 4 de julio de 1961, y se repitieron a intervalos de una semana, hasta completar un total de 15 aplicaciones, o sea hasta el día 10 de octubre del mismo año. A cada maceta se le aplicaron 250 ml de extractos. El día de aplicación de los extractos, se irrigó al testigo con 250 ml de agua destilada e igual se hizo con las macetas de laurel asociado con Melinis.

Se realizaron ligeros riegos superficiales cada tercer día durante todo el experimento, teniéndo el cuidado de repartir cada riego en la forma más uniforme para todas las macetas, a fin de reducir la posibilidad de errores. Se realizó una rotación sistemática de maceta cada semana durante el tiempo que duró el experimento, o sea 18 semanas en total. Esto se hizo con el objeto de que las plantas recibieran igual cantidad de luz y riego.

Datos tomados

1.- Se midió la altura total de la planta cada semana, después de

la aplicación de los extractos y del agua, hasta el término de 18 semanas.

2. Se midió el diámetro de tallo a 6 cm marcándose con pintura el punto para futuras mediciones. Se hizo un total de 3 mediciones.
3. Al finalizar el experimento, se clasificaron las plantas en escala del 1 al 4, de acuerdo con su conformación y vigor, siendo el No. 1 el que se usó para las plantas de aspecto menos vigoroso y conformados.
4. Al finalizar el experimento, se midió el peso seco de las raíces, del tallo y de las hojas, cada cual en forma separada para cada planta.

Para esta última medición se cortaron todas las hojas en el mismo día y se colocaron en bolsas de papel que previamente se habían numerado. Inmediatamente se procedió a llevar las hojas a la estufa secadora, donde permanecieron durante 4 días a una temperatura de 70ºC. Luego se llevaron al cuarto de balanzas donde se dejaron por 1 día para evitar alteraciones en la pesada.

Las macetas con las plantas ya sin hojas, se inundaron completamente durante 2 días, y al tercer día a base de la presión del chorro de agua de una manguera, se desenterraron las plantas, cuidando de sacar las raíces lo más enteras posible y eliminar cualquier vestigio de tierra adherida. Luego se separó tallo de raíces mediante una marca que se había hecho antes de principiar a desenterrar las raíces. Se colocaron tallo y raíces en bolsas por separado y se les llevó a la estufa por 7 días, procediéndose en igual forma que en el caso de las hojas.

Para todas las pesadas realizadas se utilizó una balanza de precisión.

Figura No. 1. Plantas de laurel en maceta una semana antes de iniciar la primera aplicación de los tratamientos.

RESULTADOS

Los datos obtenidos en este experimento permiten apreciar los diferentes grados de efectividad en que actuaron los diferentes niveles de extractos de raíces y hojas sobre el crecimiento de raíces, tallo y hojas del laurel; así mismo se analiza el efecto de la asociación del laurel con el Melinis minutiflora, para poder determinar el efecto de la competencia.

Cuadro No. 3 Altura en centímetros de las plantas del laurel, después de 18 semanas de haberse aplicado los extractos por la primera vez.

Bloques	Extracto de hojas			Extracto de raíces			Laurel con zacate	Testigo
	100grs	200grs	300grs	100grs	200grs	300grs	L + Z	laurel
A	10.7	14.4	9.8	8.8	7.9	14.3	10.3	19.4
B	12.3	10.3	10.3	19.3	22.2	13.0	14.2	18.5
C	16.0	21.3	16.7	15.6	18.7	15.3	14.5	26.6
D	15.5	13.0	19.4	12.9	15.1	22.1	24.6	24.7
E	21.7	14.7	23.3	24.4	22.9	16.8	19.0	24.7
F	17.3	15.6	30.9	22.3	19.9	19.8	19.5	21.9
G	23.8	17.8	18.4	20.9	20.3	17.9	16.9	25.3
H	19.9	18.1	27.0	25.8	21.0	26.6	31.0	33.6
Total	137.2	125.2	155.8	150.0	148.0	145.8	150.0	194.7
Promedio	17.1	15.6	19.5	18.7	18.5	18.2	18.7	24.3

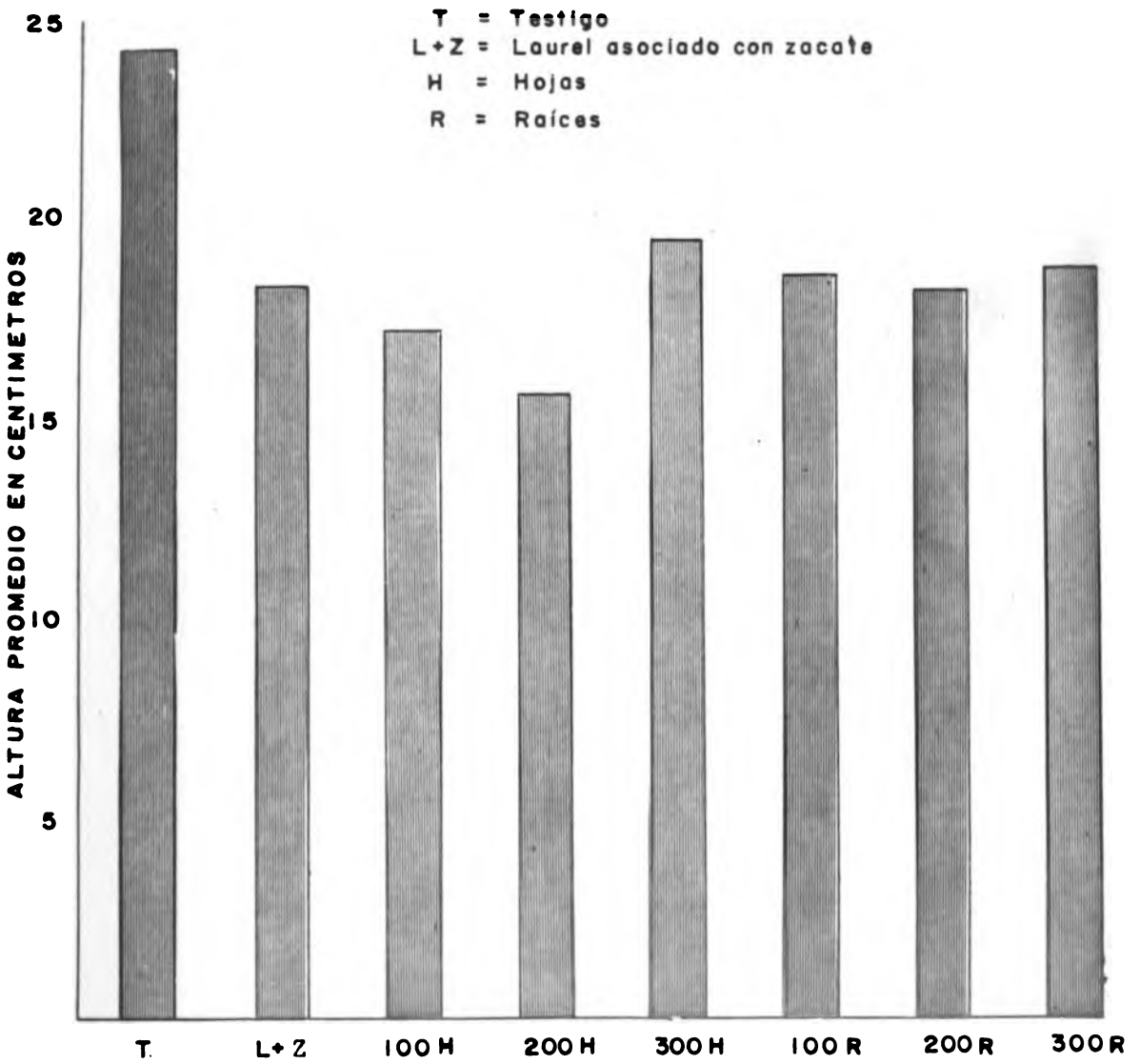
Diferencia mínima significativa al nivel del 5% = 3.90

Cuadro No. 4 Análisis de la variancia de altura total de las plantas del laurel.

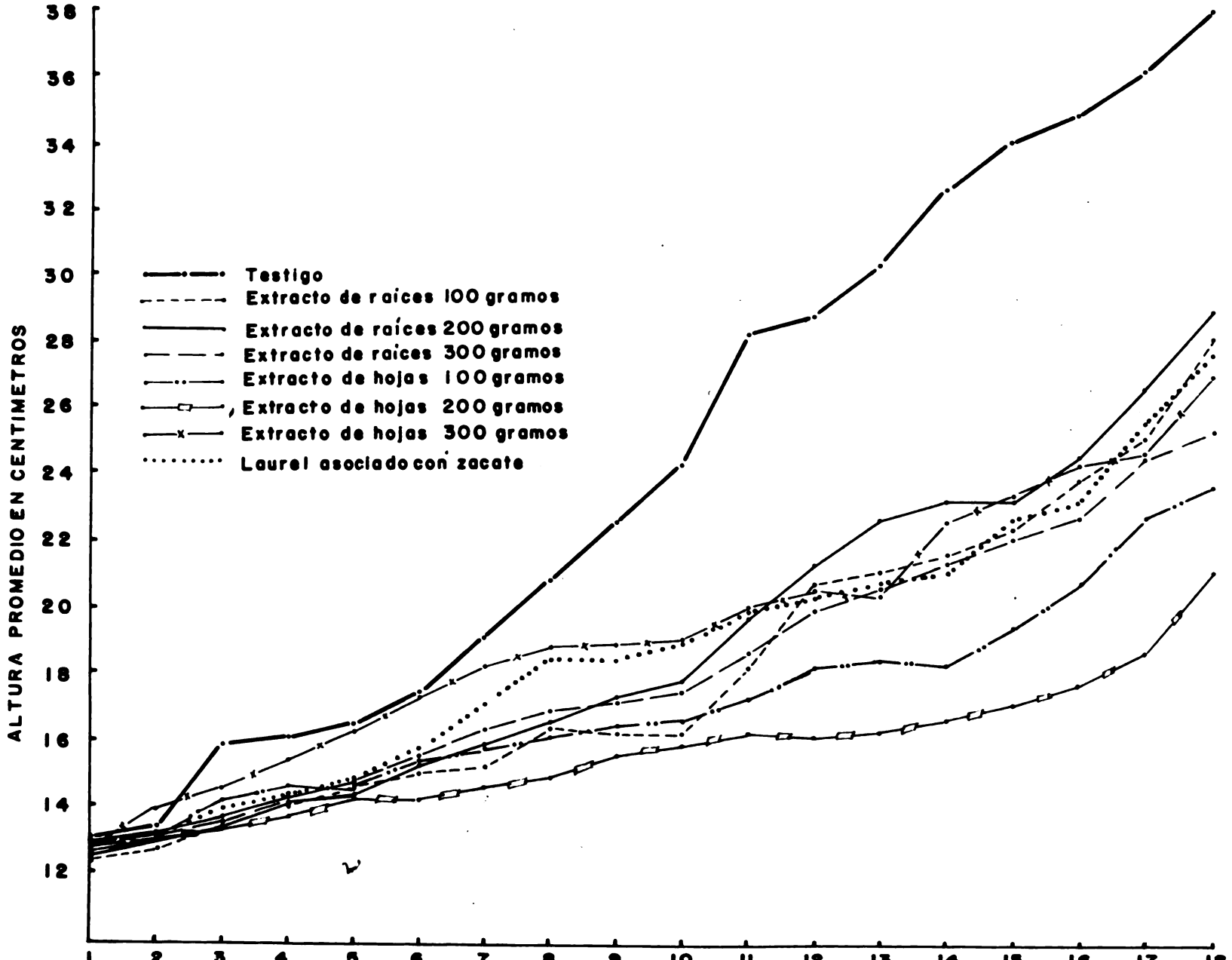
Fuente de variancia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Bloques	7	927.74	132.53	8.78 * *
Tratamientos	7	353.33	50.48	3.34 * *
Error	49	690.64	15.09	
Total	63	1971.71		
Testigos vs tratamientos	1	274.84	274.84	21.61 * *
Ext. hojas vs extr. raíces	1	13.65	13.65	1.07 N.S.

* * significativo al nivel del 1% y altamente significativo, para testigo vs tratamientos.

Figura No. 2. Ejemplo de un bloque con 8 tratamientos al finalizar el experimento. De izquierda a derecha: A-8= testigo, A-3=100, A-6=200 y A-I=300 gramos de extractos de hojas: A-4=100, A-5=200 y A-7=300 gramos de extractos de raíces; A-2 laurel asociado con Melinis; 18 semanas después de la primera aplicación de los extractos.



Gráfica N° 1 Altura total promedio de las plantas de laurel sometidas a 8 tratamientos al finalizar el experimento.


ALTURA PROMEDIO EN CENTIMETROS
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
Testigo
Extracto de raices 100 gramos
Extracto de raíces 200 gramos
Extracto de raices 300 gramos
Extracto de hojas 100 gramos
Extracto de hojas 200 gramos
Extracto de hojas 300 gramos
Laurel asociado con zacate

Efecto sobre la altura de las plantas

La respuesta en el crecimiento determinada por la altura total del laurel puede apreciarse en el cuadro No. 3.

El análisis de la variancia de la altura total, resultó con una diferencia altamente significativa al 1 por ciento para tratamientos. Al hacer la comparación del testigo con los demás tratamientos, resultó altamente significativo al 1 por ciento. No hubo significancia al comparar extractos de hojas vs extractos de raíces ni al hacer la comparación entre los diferentes niveles de extractos de hojas y raíces, ver cuadro No. 4. Es de aclararse que únicamente hubo una ligera aproximación de significancia al 5 por ciento en los niveles de hojas, resultando el tratamiento de 200 gramos de extracto de hojas el que resultó en plantas más bajas en promedio (ver cuadro No. 3). Sin embargo el tratamiento con una mayor concentración o sea 300 gramos de extractos de hojas, resultó en plantas más altas en promedio en comparación con todos los demás tratamientos, a excepción del testigo. En cambio en los 3 niveles de extractos de raíces, la altura de plantas permaneció casí uniforme en promedio. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica No. 1.

En el tratamiento de laurel asociado con el Melinis hubo una diferencia altamente significativa en comparación con el testigo, pero no hubo ninguna significancia al hacer las comparaciones con los tratamientos restantes.

En la figura No. 2 se muestra una diferencia muy marcada en altura, comparando el testigo con los demás tratamientos, así como en el tratamiento del laurel con zacate.

En la gráfica No. 2 podemos observar que existe una gran diferencia al comparar el testigo con los demás tratamientos, pues se nota claramente que si se considera el promedio en crecimiento a partir de la tercera semana de aplicación de los tratamientos, el testigo acusó un crecimiento más acelerado y uniforme hasta la decima octava semana. En cambio los demás tratamientos acusan un crecimiento menor en comparación con el testigo.

Cuadro No. 5 Peso seco de raíces en gramos de las plantas del laurel, después de 18 semanas de haberse aplicado los extractos por la primera vez.

Bloques	Extracto de hojas			Extracto de raíces			Laurel con zacate		Testigo
	100grs	200grs	300grs	100grs	200grs	300grs	L	Z	laurel
A	0.9678	2.6835	0.4283	3.0297	1.3181	5.7211	1.2290		8.6185
B	3.0768	0.2553	2.6117	6.1663	8.1487	1.8997	1.7821		8.6951
C	6.2295	6.5617	3.9121	2.4221	3.7998	5.5037	1.2787		10.0486
D	4.6870	2.6690	3.9127	0.3419	3.9127	12.0060	4.5309		9.7129
E	8.1887	1.4873	3.5266	6.5030	7.4424	0.8928	2.5065		6.0771
F	6.1713	4.8793	5.4458	5.3798	3.4937	5.9739	3.9711		13.7305
G	10.2087	4.5953	5.6199	5.8901	1.6022	10.6530	1.6483		7.6542
H	7.8511	3.8709	5.6501	3.1717	5.3205	4.1459	12.8407		15.0641
Total	47.3809	27.0023	31.1072	32.9046	35.0381	46.7943	28.7873		79.6010
Promedio	5.9226	3.3753	3.8884	4.1131	4.3798	5.8493	3.5984		9.9501

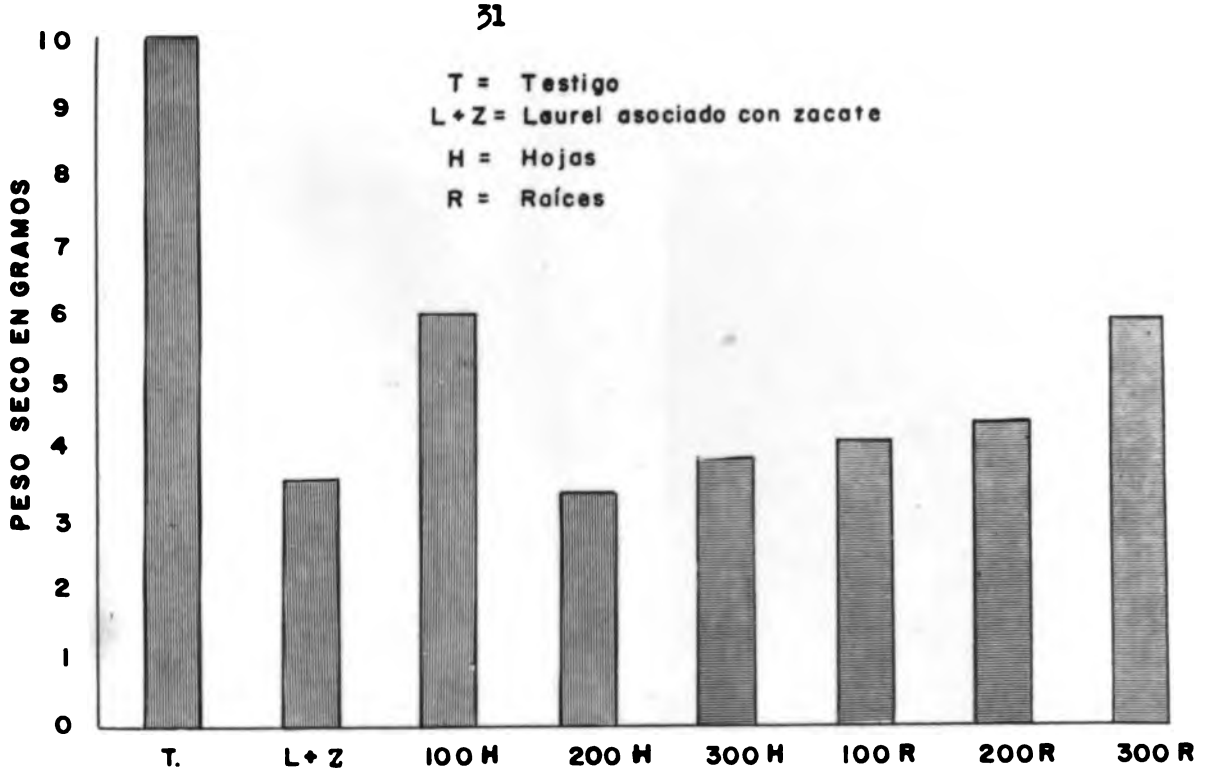
Diferencia mínima significativa al nivel del 5% = 2.753

Cuadro No. 6 Análisis de la variancia de peso seco de raíces de las plantas del laurel.

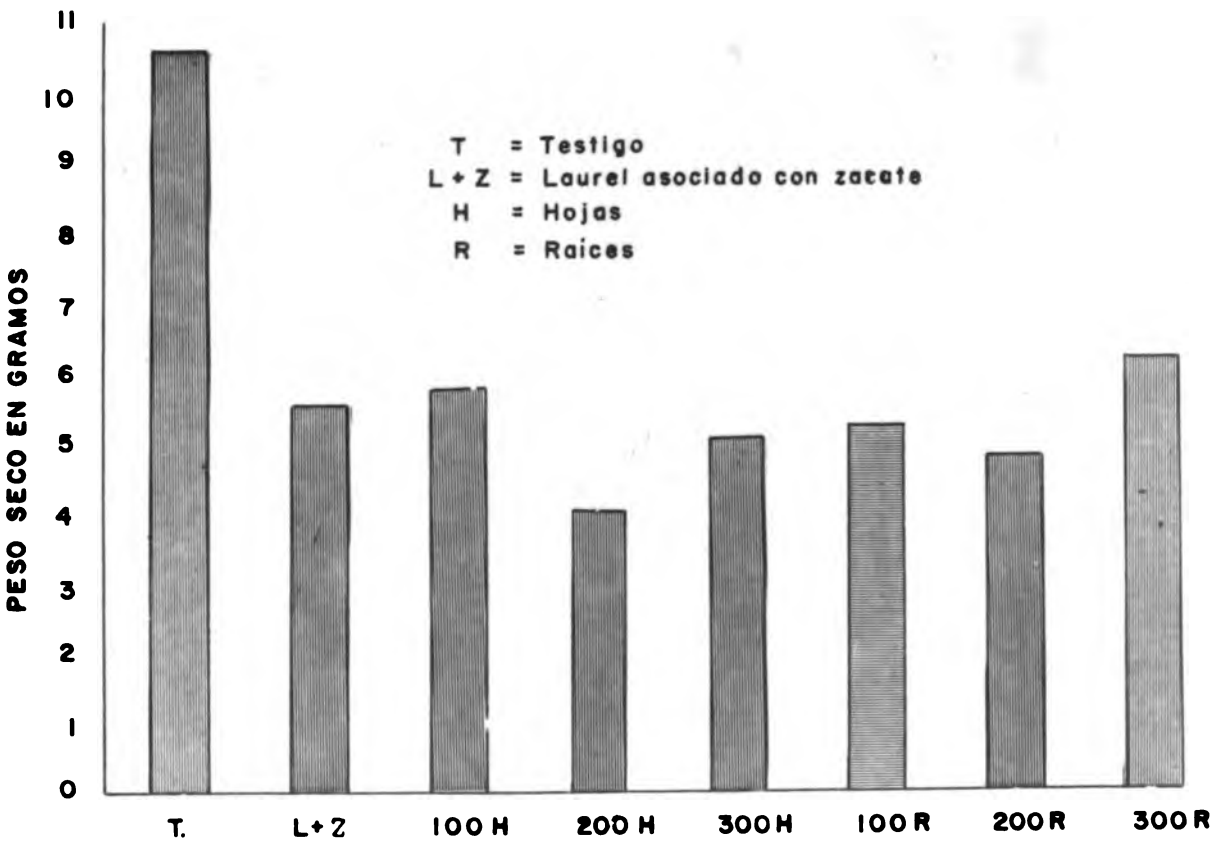
Fuente de variancia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Bloques	7	101.663	14.523	1.93 N.S.
Tratamientos	7	263.539	37.648	5.00 * *
Error	49	368.486	7.519	
Total	63	733.670		
Testigo vs tratamientos	1	212.014	212.01	29.61 * *
Extr. hojas vs extr. raíces	1	1.78	1.78	0.24 N.S.

* * significativo al nivel del 1%, y altamente significativo para testigo vs tratamientos.

Figura No. 3. Ejemplo del sistema de raíces de un bloque B con 8 tratamientos, después de 18 semanas de la primera aplicación de los extractos. De izquierda a derecha: testigo, 100, 200 y 300 gramos de extractos de hojas; 100, 200 y 300 gramos de extractos de raíces de Melinis y el laurel asociado con Melinis.



Gráfica N° 3 Peso seco de raices de laurel sometidas a 8 tratamientos al finalizar el experimento.



Gráfica N° 4 Peso seco del tallo de laurel sometidas a 8 tratamientos al finalizar el experimento.

Figura No. 4.
Ejemplo del sistema radical del zacate Melinis y laurel desenterrados de la misma maceta, a la izquierda el zacate y a la derecha el laurel.

Efecto sobre el peso seco de las raíces

Después de 18 semanas de efectuarse la primera aplicación de extractos, se desenterraron las plantas para pesar por separado raíces y hojas. La respuesta en el peso seco de las raíces en los diferentes tratamientos puede apreciarse en el cuadro No. 6.

El análisis de variancia del total del peso seco del tallo, resultó altamente significativo entre tratamientos, no habiendo significancia entre bloques. Al hacer las comparaciones del testigo con los diferentes tratamientos restantes, resultó altamente significativo al 1 por ciento, y al comparar extractos de raíces vs extractos de hojas y niveles en hojas y raíces, no hubo significancia entre tratamientos. Ahora bien, si observamos la gráfica No. 3 podemos notar que el promedio de peso seco de raí

ces del testigo casi duplica la cantidad en comparación con los demás tratamientos, dato este que es muy sobresaliente (véase también cuadro No. 5). El tratamiento que resultó con menor peso seco de raíces fué el de 200 gramos de extracto de hojas, pero la diferencia no resultó significativa estadísticamente.

La figura No. 3 representativa de uno de los bloques, el B, muestra muy claramente la forma de raíces, ramificación y grosor en plantas de laurel sometidas a los diferentes tratamientos, correspondiendole al testigo ser superior en su sistema radical en comparación con las raíces de los tratamientos restantes. También se puede observar que el tratamiento de 300 gramos de extracto de raíces tiene un sistema muy fuerte, aunque hay que notar que ésto se presentó únicamente en este bloque.

En el tratamiento de laurel asociado con zacate, se puede observar en la figura No. 4 tomada del bloque A, que el sistema de raíces del laurel es muy débil, existiendo poca formación de raicillas. Esto posiblemente se debe a la fuerte competencia de las raíces del Melinis, ya que envolvía completamente las raíces del laurel.

Cuadro No. 7 Peso seco de tallos en gramos de las plantas del laurel, después de 18 semanas de haberse aplicado los extractos por la primera vez.

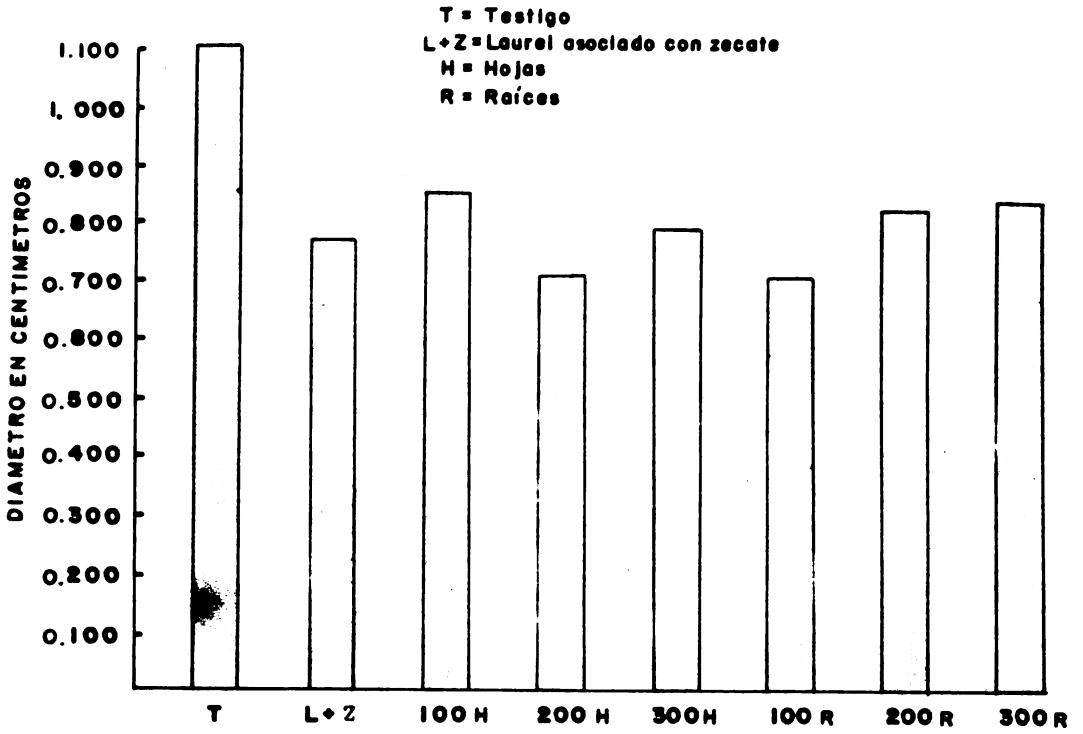
Bloques	Extracto de hojas			Extracto de raíces			Laurel con zacate		Testigo
	100grs	200grs	300grs	100grs	200grs	300grs	L	Z	laurel
A	0.8801	3.6020	0.6247	2.5966	1.0402	6.8936	1.3733		7.3869
B	2.5102	0.7280	2.7249	9.1835	6.1161	1.9291	3.7456		4.0591
C	5.9417	7.0025	2.5375	2.4325	4.7879	3.0069	1.7078		15.2730
D	4.9624	1.9662	4.2750	0.4525	3.6190	14.1560	10.9603		8.3337
E	12.7678	2.7535	3.9580	6.9912	8.6993	1.4785	4.3900		8.7806
F	5.1542	6.3180	11.6725	5.1216	3.6030	6.9794	3.8817		13.2946
G	9.0420	5.6989	6.7421	9.4127	2.6105	5.9338	2.8690		9.3939
H	4.8109	4.1345	8.1031	5.3487	7.7587	8.5714	16.3265		18.2709
Total	46.0693	32.2036	40.6378	41.5393	38.2347	48.9487	45.2542		84.7927
Promedio	5.7587	4.0254	5.0797	5.1924	4.7793	6.1186	5.6568		10.5991

Diferencia mínima significativa al nivel del 5% = 3.53

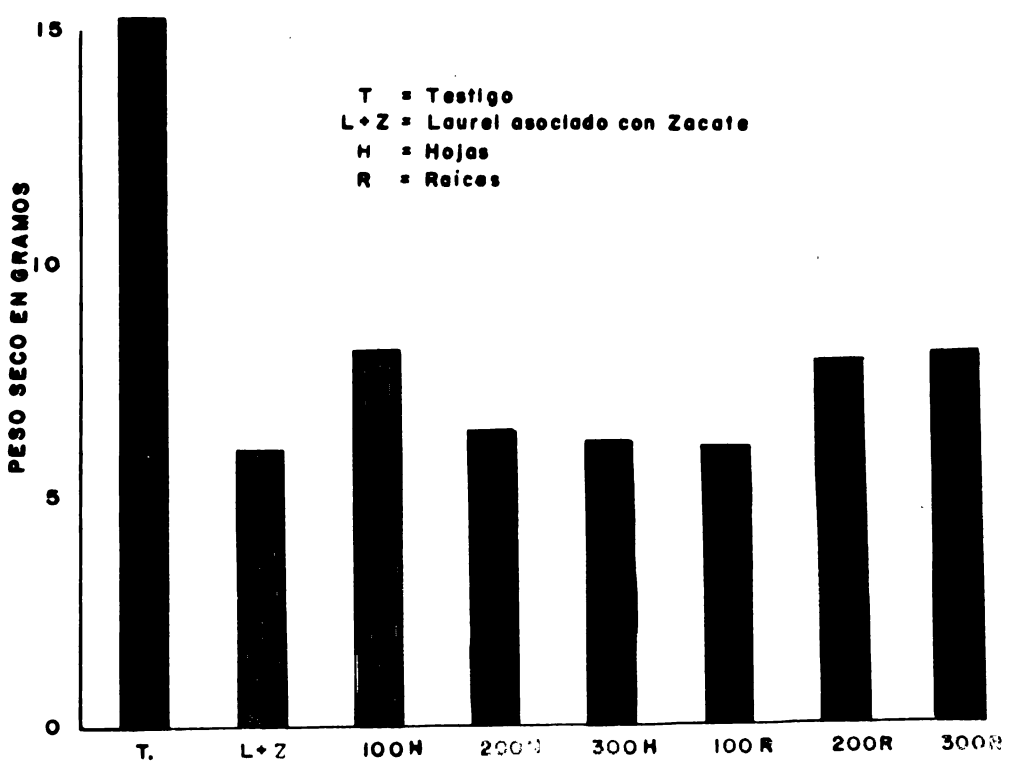
Cuadro No. 8 Análisis de la variancia de peso seco del tallo de las plantas del laurel.

Fuente de variancia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	
Bloques	7	198.9904	28.4272	2.309	*
Tratamientos	7	225.1140	32.1700	2.604	*
Error	49	605.2443			
Total	63	1029.3487			
Testigo vs tratamientos	1	201.820	201.820	17.340	**
Extr. hojas vs extr. raíces	1	2.005	2.005	0.161	N.S.

* significativo, al 5% ** altamente significativo para testigo vs tratamientos



Gráfica N° 5 Crecimiento diametral del tallo de las plantas del laurel sometidas a 8 tratamientos al finalizar el experimento.



Gráfica N° 6 Peso seco del sistema foliar del laurel sometidas a 8 tratamientos al finalizar el experimento.

Cuadro No. 9 Observaciones de aspecto externo de las plantas, clasificándolas de acuerdo a su vigor (V), forma (F), y color (C), de las hojas

Bloques	Extracto de hojas									Extracto de raíces									Laurel con zacate					
	100gr			200gr			300gr			100gr			200gr			300gr			L + Z			laurel		
	V	F	C	V	F	C	V	F	C	V	F	C	V	F	C	V	F	C	V	F	C	V	F	C
A	2	M	A	3	B		2	M		2	M	A	2	M	A	4	B		2	M	A	4	B	
B	1	M		1	M		3	B		4	B		4	B		4	B		1	M	A	4	B	
C	3	R		4	B		3	R		2	M	A	4	B	A	3	R		3	R	A	4	B	
D	3	B	A	3	R	A	3	R		1	M	A	3	R		4	B	A	4	B		4	B	
E	3	M		2	M		2	M	A	3	M		4	B		2	R		4	B		3	B	A
F	3	B		3	R	A	3	R		3	R		3	R		4	B		2	R	A	4	B	
G	4	B		2	R		2	R		4	B		2	R		4	B		2	M	A	4	B	
H	3	B		2	R	A	4	B	A	3	R		3	R	A	4	B		4	R	A	4	B	

Escala de vigor.

1.- Raquíticas

2.- Medianamente buena

3.- Bueno

4.- Vigorosa

Forma del tallo.

M.- Mala

R.- Regular

B.- Buena

Color de las hojas.

A.- Amarillamiento.

Efecto sobre el peso seco del tallo y su apariencia

La respuesta en el peso seco del tallo en los diferentes tratamientos, puede apreciarse en el cuadro No. 7.

La aplicación de los extractos de hojas y raíces, tuvo una influencia negativa en el peso seco de los tallos, ya que según el análisis de la variancia (cuadro No.8.)hubo una diferencia significativa al 5 por ciento

para tratamientos y para bloques. Ahora bien al comparar el testigo con los tratamientos, la diferencia fué altamente significativa al 1 por ciento, lo cual demuestra que los tratamientos de extractos de raíces y hojas y el laurel asociado con el zacate, tuvieron influencia negativa en el crecimiento del tallo de las plantas del laurel. Para una mejor comparación de las diferencias en promedio, véase la gráfica No. 4, que muestra los promedios de los diferentes tratamientos. Es interesante hacer notar que el testigo fué superior en un 40 por ciento en el peso del tallo, en comparación con el promedio más alto de los demás tratamientos.

Al comparar los diferentes tratamientos entre sí, los promedios más bajos en peso seco del tallo, resultaron con el tratamiento de 200 gramos de extractos de hojas y 200 gramos de extractos de raíces. Sin embargo estas diferencias no resultaron significativas estadísticamente al hacer la comparación entre los diferentes tratamientos.

Al examinar las plantas en relación a su apariencia general en cuanto a forma, se observó que en general los tratamientos de 100 gramos de extracto de raíces presentaron la peor forma en lo referente al tallo y que el tratamiento de 200 gramos de extractos de hojas, resultó en plantas menos vigorosas en comparación con todos los tratamientos (véase cuadro No. 9).

En la gráfica No. 5 podemos observar las diferencias del crecimiento en diámetro de los 8 tratamientos, correspondiendole al testigo tener un diámetro mayor en comparación con los otros tratamientos y siendo menor el diámetro de los tratamientos de 200 gramos de extractos de hojas y 100 gramos de extractos de raíces.

Cuadro No. 10 Peso seco de hojas en gramos de plantas del laurel, después de 18 semanas de haberse aplicado los extractos por la primera vez.

Bloques	Extracto de hojas			Extracto de raíces			Laurel con zacate		Testigo
	100grs	200grs	300grs	100grs	200grs	300grs	L	Z	laurel
A	4.4649	7.3560	0.7381	2.0368	1.7939	9.4231	1.8848		12.9271
B	4.9885	0.3608	4.4446	11.1696	12.6341	1.2091	4.9893		15.2185
C	11.6604	12.2932	5.2010	2.1706	7.2026	6.8214	1.8794		13.9471
D	3.6774	7.6656	6.8571	0.1987	7.2356	12.0100	13.5188		13.0911
E	12.4571	3.9900	4.8876	7.6871	12.0282	2.3491	6.3366		13.8665
F	6.7850	7.6896	10.6236	5.9010	6.9997	11.0513	3.9388		17.6500
G	11.2065	4.8441	7.7745	11.0333	3.4080	10.2210	2.2202		10.1200
H	9.9001	6.2571	8.9775	7.7900	10.7500	11.8625	13.1581		23.7334
Total	65.1399	50.4564	49.5040	47.9871	62.0521	64.9475	47.9260		120.5537
Promedio	8.1425	6.3070	6.1880	5.9984	7.7565	8.1184	5.9908		15.0692

Diferencia mínima significativa al nivel de 5% = 3.75

Cuadro No. 11 Análisis de la variancia del peso seco de hojas de las plantas del laurel.

Fuente de variancia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Bloques	7	187.0252	26.717	1.91 N. S.
Tratamientos	7	513.8977	73.413	3.06 * *
Error	49	685.1418	13.983	
Total	63	1386.0647		
Testigos vs tratamientos	1	463.863	463.863	37.53 * *
Extr. hojas vs extr. raíces	1	2.036	2.036	0.15 N. S.

* * significativo al nivel de 1%, altamente significativo para testigo vs tratamientos.

Efecto sobre la apariencia de las hojas y su peso

Al finalizar el experimento, se examinaron las plantas del laurel en relación a su apariencia externa en cuanto a tamaño y color. Se observó que las plantas de los tratamientos de extractos y el testigo resultaron de una coloración verde obscuro casi uniforme a excepción del tratamiento de 200 gramos de extractos de hojas y el de 100 gramos de extractos de raíces en que hubo un amarillamiento de hojas de un 35 por ciento en los tratamientos antes mencionados. En el tratamiento de laurel asociado con Melinis, se presentó un amarillamiento en las hojas y aparentemente la longitud de las hojas fué más corta en comparación con los otros tratamientos (véase cuadro No. 9).

Los resultados en relación al peso seco de las hojas están en el cuadro No. 10. El análisis de variancia (cuadro No. 11), muestra que hay una diferencia significativa al 1 por ciento para tratamientos, no habiendo significancia para bloques. Al comparar los tratamientos entre sí, se puede apreciar que hubo una diferencia altamente significativa al 1 por ciento entre el testigo y los otros tratamientos, no habiendo significancia al comparar entre niveles, extractos de hojas vs extractos de raíces, ni al comparar el laurel asociado con Melinis con otros tratamientos.

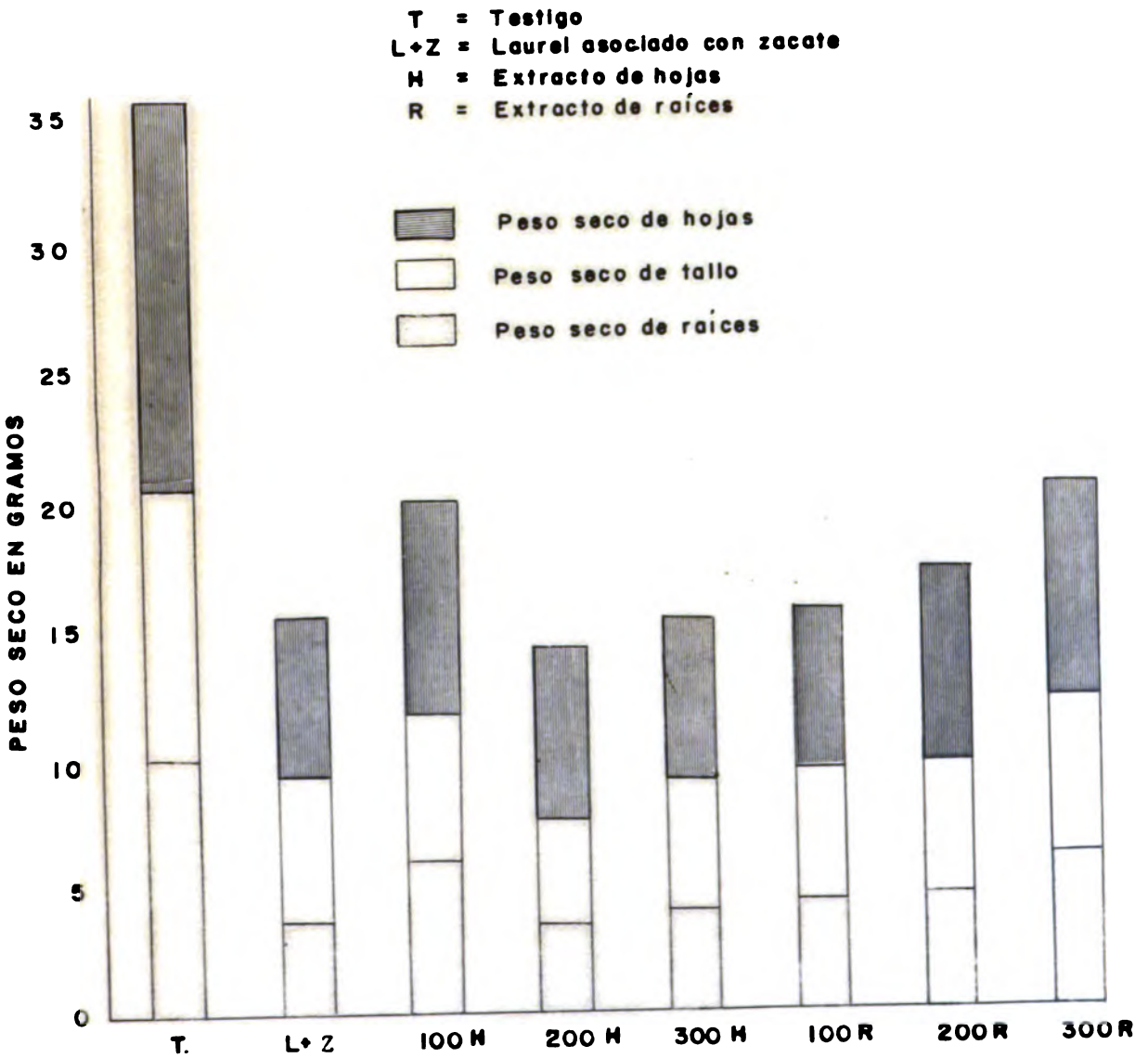
En la gráfica No. 6 puede observarse que el testigo sobrepasa en un 45 por ciento en promedio de peso seco de hojas al promedio más alto de los otros tratamientos.

Esto viene a demostrar que tanto la aplicación de los extractos de raíces y hojas, asi como el tratamiento del laurel asociado con pasto, tienen un efecto retardatorio en cuanto a desarrollo del sistema foliar.

Cuadro No. 12 Peso seco total en gramos (raíces, tallos y hojas) de las plantas del laurel, después de 18 semanas de haberse aplicado los extractos por la primera vez.

Bloques	Extracto de hojas.			Extracto de raíces.			Laurel con zacate	Testigo
	100gr.	200gr.	300gr	100gr	200gr	300gr	L + Z	laurel
A	6.3128	13.6415	1.7911	7.5631	4.1522	22.0378	4.4871	28.9325
B	10.5755	4.1656	9.7812	26.5194	26.8989	5.0361	10.5170	27.9727
C	23.8316	25.8575	11.5506	7.0252	15.7903	15.3320	4.8659	39.2687
D	13.3268	12.3008	15.0448	0.9931	14.7673	38.1620	29.0100	31.1377
E	33.3136	8.2308	12.1813	21.1813	28.1699	4.7204	13.2331	28.7242
F	18.1105	18.8869	27.7419	16.4024	14.0964	24.0046	11.7916	44.6751
G	30.4572	16.1629	20.1365	26.3361	7.6207	26.8078	6.7675	27.1681
H	22.5621	14.2625	22.7307	16.3104	23.8292	24.5798	42.3253	57.0684
Total	158.4901	113.5085	121.0581	122.4310	135.3249	160.7805	122.9975	284.9474
Promedio	19.8113	14.1886	15.1561	15.3039	16.9156	20.0976	15.3747	35.6184

Diferencia mínima significativa al nivel del 5% = 9.20



Gráfica N° 7 Peso seco (raíces, tallos y hojas) del laurel sometidas a 8 tratamientos, al finalizar el experimento.

Cuadro No. 13 Análisis de la variancia del total de peso seco (raíces, tallo y hojas) de las plantas del laurel.

Fuente de variancia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	
Bloques	7	1347.682	192.526	2.290	*
Tratamientos	7	2776.656	396.675	4.728	**
Error	49	4112.606	83.930		
Total	63	8236.944			
Testigos vs tratamientos	1	2507.32	2507.32	31.76	**
Extr. hojas vs extr. raíces	1	13.32	13.32	0.168	N.S

* significativo al nivel del 5% ** altamente significativo al nivel del 1% para testigo vs tratamientos

Efecto sobre el peso seco total de las plantas

Los resultados en relación con el peso seco total de las plantas, están dados en el cuadro No. 12. El análisis de la variancia del total del peso seco de raíces, tallo y hojas, resultó altamente significativo al 1 por ciento para tratamientos, y significativo al 5 por ciento para bloques.

Al hacer las comparaciones entre los diferentes tratamientos, solamente el testigo vs tratamientos resultó altamente significativo al 1 por ciento. No hubo diferencia significativa al comparar extracto de hojas vs extracto de raíces, ni al hacer las comparaciones entre niveles (cuadro No. 13).

El testigo resultó ser superior en un 40 por ciento en promedio de peso seco, en comparación con el promedio más alto de los tratamientos.

Estos resultados demuestran la influencia negativa que tienen los extractos de hojas y raíces, así como el efecto de antagonismo entre el laurel y el zacate Melinis.

Para una mejor comparación, se presentan gráficamente los promedios de peso seco de raíces, tallo y hojas, así como la proporción en que se encuentran cada una de las partes principales que constituyen la planta (gráfica No. 7).

Las raíces tuvieron un menor peso seco, que las demás partes, y las hojas tuvieron el más alto. Además se puede observar que a medida que se aumenta la concentración de extractos de raíces el promedio en peso seco aumenta algo, pero el análisis estadístico, no resultó ser significativo, debido posiblemente a las diferencias tan marcadas entre los mismos tratamientos. En el caso de 200 gramos de extracto de hojas, el promedio en peso seco resultó ser menor en comparación con todos los demás tratamientos, pero el tratamiento de 300 gramos resultó ligeramente mayor en promedio.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos en este experimento, se encontró que los extractos de raíces y hojas del Melinis tuvieron un efecto negativo en el crecimiento y peso seco de las raíces, tallo y el follaje de las plantas del laurel. Estos datos concuerdan con los obtenidos por muchos autores citados en la revisión de literatura.

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico en este experimento, se puede concluir que el origen y la concentracion de los extractos del zacate Melinis no varió el efecto en el crecimiento del laurel. Posiblemente si las concentraciones fueran menores y acaso las plantas más jóvenes, se hubiera obtenido una variacion en el efecto de los extractos de las plantas del laurel.

Es posible que las substancias tóxicas sean lixiviadas por las hojas en tiempo de lluvia, y al acumularse en la capa superficial del terreno en cantidades suficientes, pueden resultar tóxicas a las plantas del laurel. La descomposición de las hojas y raíces en la capa superficial del terreno puede ser otra causa que impide la regeneración y el crecimiento del laurel, pues se ha observado que donde esta presente este zacate no existe regeneración del laurel.

Por otra parte, existe indudablemente un efecto perjudicial por competencia por nutrimentos y humedad al estar asociado el laurel pequeño con el Melinis. En este experimento se observó que cuando el laurel se encontraba asociado con el Melinis, el crecimiento del laurel resultó inferior en comparación con los testigos. En el experimento, tal efecto posiblemente aumentó con el tiempo, a medida que crecían el zacate y el

laurel, sin que tal aumento vaya acompañado por un aumento en el espacio de raíces, ya que el tamaño de las macetas fué el mismo durante todo el experimento.

Si se analizan algunas características del Melinis minutiflora, hay que destacar que en el campo, es un zacate perenne, de raíces superficiales, que forma densos matorrales, impidiendo en esta forma la propagación de otras especies que quieren establecerse, por lo menos en la parte superficial del suelo. Así tenemos que cuando el laurel es jóven y esta asociado con este zacate, muy difícilmente puede competir, ya que estas raíces envuelven completamente las del laurel, impidiendo formar raicillas activas. Por consiguiente el desarrollo inicial del laurel es deficiente, sus hojas toman un color amarillento, el crecimiento en diámetro del tallo es menor y su sistema radical sufre enormemente. En cambio, cuando la planta del laurel llega a tener raíces profundas, resiste el efecto del Melinis. Esto fué confirmado con varias observaciones empíricas en el campo.

También se observó que los brotes de las plantas del laurel cuando crecía en asociacion con el zacate, tardaron más en aparecer en comparación con todos los demás tratamientos. Posiblemente esto se deba a alguna deficiencia de elementos nutritivos. Este fenómeno se ha observado únicamente en plantas jóvenes, pues ya en plantas bien desarrolladas, que crecen bajo cubierta de este zacate, no se presenta aparentemente ningún efecto perjudicial ocasionado por la presencia de éste. Tal vez se debe a que las raíces escapan la influencia de la densa capa de raíces del Melinis, para hacer uso de los nutrimentos y humedad de las capas más pro

fundas. Estos resultados son muy semejantes a los obtenidos por Howard (30) quién observó que cuando árboles frutales jóvenes estaban asociados con zacates había un crecimiento menor en comparación con aquellos que se encontraban en terrenos cultivados. El atribuyó este efecto a 2 causas principales: una que los árboles que crecen bajo cubierta vegetal de zacates forman un sistema radical muy débil en la superficie y por consiguiente existe muy poca actividad en las raicillas superficiales del suelo; y otra que el efecto de zacates sobre el sistema radical superficial tiene muy poca o ninguna influencia en las raíces profundas de árboles jóvenes.

Si se llegara a probar algo parecido para el laurel cuando asociado con Melinis, la parte crítica del establecimiento del laurel sería solamente por unos pocos años, hasta que las raíces profundicen y escapen a la influencia de la zona radical del Melinis. Además como también lo hace notar Howard (30) los árboles tienen la ventaja de eliminar los pastos vecinos por el hecho de producir sombra. En el caso presente, esto decretaría el debilitamiento y la subsiguiente desaparicion de un zacate tan intolerante como el Melinis minutiflora. Algunas observaciones en la zona de Turrialba confirman tal hecho.

Lo que es seguro, es que el efecto de los zacates sobre el laurel jóven involucra una restricción en el crecimiento de las raicillas superficiales, lo que reduce grandemente el número de raicillas activas.

Considerando estos dos efectos juntos, tanto la competencia como el posible efecto de substancias liberadas, es muy difícil determinar hasta que punto influye el uno respecto al otro. Tal efecto está además compli

cado por la cantidad de agua en el suelo. Es muy posible que en el presente experimento donde las plantas siempre tuvieron suficiente agua, la competencia no se hizo sentir tanto, pero en condiciones de sequía es muy posible que el laurel sufra mucho más cuando se trate de plantas jóvenes.

RESUMEN

Influencia del Melinis minutiflora Beauv. en el crecimiento del Cordia alliodora (R. & P.) Cham.

Se realizó un estudio para investigar 1) si diferentes concentraciones de extractos de hojas o raíces del zacate Melinis minutiflora Beauv., afectan el crecimiento del " laurel " Cordia alliodora (R. & P.) Cham., un importante árbol comercial del trópico americano 2) investigar el posible efecto de competencia, cuando el laurel está asociado con el Melinis, y cual es la relación entre esa competencia y un posible efecto inhibitivo debido a posibles substancias tóxicas, en los extractos del zacate.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 8 repeticiones para cada tratamiento. Cada repetición esta constituída por una planta de laurel, dando un total de 64 plantas. Se utilizaron plantas de vivero de 1 año, las cuales se trasplantaron a macetas en invernadero.

Se hicieron 8 tratamientos de material fresco: 1) laurel (testigo), 2) 100 gramos de extracto de raíces, 3) 200 gramos de extracto de raíces, 4) 300 gramos de extracto de raíces, 5) 100 gramos de extracto de hojas, 6) 200 gramos de extracto de hojas, 7) 300 gramos de extracto de hojas, y 8) laurel asociado con Melinis en la misma maceta.

El suelo usado para macetas, fué esterilizado en autoclave. La preparación de extractos, se hizo triturando las hojas y raíces en un molino. Las raíces y hojas trituradas se pusieron en cámaras de vidrio por un período de 24 horas en agua destilada. Después de este tiempo, se

co en autoclave. La aplicación de extractos se hizo cada semana hasta un total de 15 aplicaciones.

Se aplicó uniformemente un ligero riego cada tercer día. Para reducir cualquier error debido a la luz o la cantidad de agua aplicada, se efectuó una rotación sistemática de las macetas cada semana.

Al finalizar el experimento, se pesó la materia seca del laurel de cada maceta, separándose raíces, tallos y hojas.

Los resultados mostraron que todos los tratamientos de extractos de hojas y raíces, así como el laurel asociado con el Melinis, tuvieron efectos negativos en el crecimiento del laurel, los que resultaron todos altamente significativos. El origen y las concentraciones de esta substancia no parecen variar tal efecto.

El efecto de los extractos disminuyó 1) la altura de las plantas, 2) el peso seco de raíces, tallo y hojas, y 3) el crecimiento en diámetro del tallo.

En el tratamiento de laurel asociado con Melinis, se redujo grandemente el crecimiento y materia seca de las plantas de laurel, Además, hubo una restricción en el desarrollo de raíces secundarias, reduciendo enormemente el sistema radical.

SUMMARY

Influence of *Melinis minutiflora* Beauv. on the growth of *Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.

A study was made to investigate 1) whether different concentrations of leaf- or root-extracts of the grass *Melinis minutiflora* Beauv., affect the growth of " laurel ", *Cordia alliodora* (R. & P.) Cham., an important timber tree of the American tropics; and 2) the possible effect of competition when laurel is associated with *Melinis* and the relation between this competition and a possible inhibitive effect resulting from any toxic substances in the grass extracts.

A randomized block design was used with 8 replications for each treatment. Each replication consisted of one laurel plant giving a total of 64 plants. One year old nursery stock was transplanted into pots in a greenhouse. Eight treatments were made with fresh materials: 1) control, 2) 100 gr. root extracts, 3) 200 gr. root extracts, 4) 300 gr. root extracts, 5) 100 gr. leaf extracts, 6) 200 gr. leaf extracts, 7) 300 gr. leaf extracts, and 8) laurel associated with *Melinis* in the some pot.

Soil used in the pots was sterilized in an autoclave. Live roots and leaves were grinded and the extracts were placed in distilled water for a period of 24 hours. The extracts were then filtered and placed in 250 cc Erlenmeyer flasks completing the volume with distilled water and sterilizing again. Application of extracts was made each week for a total of 15 applications.

Plants were watered lightly every third day. In order to reduce any error due to light or quantity of water applied, a systematic rotation of pots was carried out weekly.

At the end of the experiment, the dry matter of laurel was weighed for each pot separating roots, stems and leaves.

The results showed that all root- and leaf-extracts, as well as the laurel-*Melinis* association had negative effects on laurel growth. These proved to be highly significant. The concentration and the origin of toxic substances do not seem to vary this effect.

The effect of the extracts resulted in 1) decreased height of plants, 2) lower dry weight of roots, stem and leaves, and 3) smaller diameter growth of the stem.

In the laurel-*Melinis* treatment, growth and dry weight of laurel was greatly reduced. Furthermore, the development of secondary rootlest was very much restricted, reducing to a large extent the whole root system.

LITERATURA CITADA

1. AHLGREN, H. L. & AAMODT, O. S. Harmful root interactions as a possible explanation for effects noted between various species of grasses and legumes. American Society. Journal 31(11):982-985. 1939.

2. ANDAL, R. BHUVANESWARI, K. & SUBBA-RAO, N. S. Root exudates of paddy. Nature 178(4541):1063. 1956.

3. BECKER, Y. & GUYOT, L. Sur les toxines racinaires des sols incultés Comptes Rendus Académie Sciences (Paris) 232(1):105-107 1951. (Original not available for consultation; abstracted in Biological Abstracts 26(6):19384. 1952.)

4. _____. et. al. Sur la presence d'excrétats racinaires toxiques dans le sol de certains groupements végétaux spontanés. Académie d'Agriculture (Paris) Comptes Rendus 36(18):689-696. 1950.

5. BECQUEREL, P. & ROUSSEAU, J. Sécrétions par les racines du lin d'une substance spécifique toxique pour une nouvelle culture de cette plante. Comptes Rendus Académie Sciences (Paris) 213:1028-1030. 1941. (Original not available for consultation; abstracted Bureau of Soil Science, Harpenden. England No. 128 March 1958. 6p.)

6. BENEDICT, H. M. The inhibiting effect of dead roots on the growth of bromegrass. American Society of Agronomy. Journal 33(12):1108-1109. 1941.

7. BENNETT, E. L. & BONNER, J. Isolation of plant growth inhibitors from Thomnosma montana. American Journal of Botany 40(1):29-33. 1953.

8. BHUVANESWARI, K. & SUBBA-RAO, N. S. Root exudates in relation to the rhizosphere effect. Indian Academy of Science. Proceedings 45(6):299-301. 1957.

9. BONNER, J. Further investigation of toxic substances which arise from guayule plants: relation of toxic substances to the growth of guayule in soil. Botanical Gazette 107(3):343-351. 1946.

10. _____. & GALSTON, A. W. Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. Botanical Gazette 106(2):185-198. 1944.

11. BORNER, H. The apple replant problem. I. The excretion of phlorizin from apple root residues. Boyce Thompson Institute. Contributions 20(1):39-56. 1959.

12. BREAZEALE, J. F. The injurious after-effects of sorghum. American Society of Agronomy. Journal 16(11):689-700. 1924.

13. BUDOWSKI, G. Siembra directa de "laurel" Cordia alliodora sobre montoncitos incinerados. Turrialba C.R. Instituto Interamericano de Ciancias Agrícolas. Comunicaciones científicas Agrícolas. Materia No. 35. Hoja No. 12. Proyecto No. 5-1-25(2). 1960. 2p.

14. COLLISON, R. C. The presence of certain organic compounds in plants and their relation to the growth of other plants. American Society of Agronomy. Journal 17(1):58-68. 1925.

15. _____. & CONN, H. J. The effect of straw on plant growth New York State Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin No. 114. 1925. 35p.

16. CUBBON, M. H. Effect of a rye crop on the growth of grapes. American Society of Agronomy. Journal 17(9):568-577. 1925.

17. ELMER, O. H. Growth inhibition of potato sprouts by the volatile products of apples. Science 75(1937):193. 1932.

18. _____. Growth inhibition in the potato caused by a gas emanating from apples. Journal of Agricultural Research 52(8):609-626. 1936.

19. EVENARI, M. Germination inhibitors. Botanical Review 15(3):153-194. 1949.

20. GARB, SOLOMON. Differential growth-inhibitors produced by plants. Botanical Review 27(3):422-443. 1961.

21. GOODWIN, R. H. & TAVES, C. The effect of coumarin derivatives on the growth of avena roots. American Journal of Botany 37(3):224-231. 1950.

22. GRAY, R. & BONNER, J. An inhibitor of plant growth from the leaves of Encelia farinosa. American Journal of Botany 35(1):52-57. 1948.

23. _____. & _____. Structure determination and synthesis of a plant growth inhibitor 3-acetyl-6-metoxybenzaldehyde, found in the leaves of Encelia farinosa. American Chemical Society. Journal 70(3):1249-1253. 1948.

24. GRIES, .C. A. The effect of plant-decomposition products on root diseases. Phytopathology 33(12):1111-1112. 1943.

25. HAMMER, C. L. SELL, H. N. KLOMPARENS W. M. & VAUGHN, J. R. selective inhibition of the growth of green plants and fungi by beta-methyl umbelliferone. Botanical Gazette 112(1):135-137. 1950.

26. HAVIS, L. & GILKESON, A. L. Toxicity of peach roots. American Society for Horticultural Science. Proceedings 50:203-205. 1947.

27. HAWKINS, R. S. The deleterious effect of sorghum on the soil and on the succeeding crops. American Society of Agronomy. Journal 17(2):91. 1925.

28. HELGESON, E. A. & KONZAK, R. Phytotoxic effects of aqueous extracts of field bindweed and of Canada thistle a preliminary report. North Dakota Agricultural Experiment Station, Bimonthly Bulletin 12(3):71-76. 1950.

29. HOLDRIDGE, L. R. Other species. In World Forestry Congress. 4th. Dehra Dun, India 1954. pp. 119-125. (General Papers. 17.)

30. HOWARD, A. The effect of grass on trees. Royal Society London. Proceeding Serie B, 97:284-321. 1925.

31. KATZNELSON, H. J. ROUATT, W. & PAYNE, T. M. B. The liberation of aminoacids and reducing compounds by plant roots. Plant & Soil 7(1):35-48. 1955.

32. KNAPP, R. & FURTHMANN, S. Significance of inhibiting substances for the growth and association of higher plants. Ber. deut. Bot. Ges. 67:252-529. 1954. (Original not available for consultation; abstracted in Chemical Abstracts 49(8):5597b. 1955.)

33. KOMMEDAHL, T. Quack grass can be toxic to crop seedlings. Down to Earth 13(2):4-5. 1957.

34. MARTIN, J. P. Effects of various leaching treatments on growth of orange seedlings in old citrus soils. Soil Science 69(6):433-442. 1950.

35. MASSART, L. Inhibitors of germination of sugar-beet roots and other dry fruit and seeds. Biokhimiyo 22:417-420. 1957. (Original not available for consultation; abstracted in Chemical Abstracts 51(15):11487c. 1957.)

36. MERGEN, F. A toxic principle in the leaves of Ailanthus. Botanical Gazette 121(1):32-36. 1959.

37. MISHUSTIN, E. N. & NAUMOVA, A. N. Secretion of toxic substances by alfalfa and their effect on cotton and soil microflora. Izvest. Akad. Nauk. S. S. S. R., Ser. Boil. 1955. No. 6. 3-9. (Original not available for consultation; abstracted in Chemical Abstracts 50(5):35711. 1956.)

38. MULLER, C. H. The association of desert annuals with shrubs. American Journal of Botany 40(2):53-60. 1953.

39. _____, W. H. & MULLER, C. H. Association patterns involving desert plants that contain toxic products. American Journal of Botany 43(5):354-361. 1956.

40. PATRICK, Z. A. The peach replant problem in Ontario. II. Toxic Substances from microbial decomposition products of peach root residues. Canadian Journal of Botany 33(5):461-486. 1955.

41. _____. & KOCH, L. W. Inhibition of respiration, germination, and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. Canadian Journal of Botany 36(5):621-647. 1958.

42. PEREZ, F. CESAR. Estudio forestal del laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham. en Costa Rica. Tesis sin publicar. Turrialba, C. R. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1954. 182p.

43. PRESTON W. H. Jr, MITCHELL, J. W. & REEVE, W. Movement of alphamethoxyphenylacetic acid from one plant to another through their root systems. Science 119(3092):437-438. 1954.

44. PROEBSTING, E. L. A case history of a "peach replant" situation. American Society for Horticultural Science. Proceedings 56:46-48. 1950.

45. _____. & GILMORE, A. E. The relation of peach root toxicity to the re-establishing of peach orchard. American Society for Horticultural Science. Proceedings 38:21-26. 1941.

46. RATSEK, J. C. Evidence that some plant roots give off organic acids. American Society for Horticultural Science. Proceedings 32:620-622. 1934.

47. ROVIRA, A. D. Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. I. The nature of root exudate from oats and peas. II. A study of the properties of root exudate and its effects on the growth of micro-organisms isolated from the rhizosphere and control soil. Plant & Soil 7(2):178-208. 1956.

48. _____. Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. III. The effect of root exudate on the numbers and activity of micro-organisms in soil. Plant & Soil 7(3):209-217. 1956.

49. SCHNEIDERHAN, F. J. The black walnut (Juglans nigra L.) as a cause of the death of apple trees. Chytopathology 17(8):529-540. 1927.

50. STRONG, M. C. Walnut wilt of tomate. Michigan Agricultural Experiment Station, Quarterly Bulletin 26(3):194-195. 1944.

51. TESAR, S. & KOTACEK, M. Root excretions of higher plants I. Excretion of aminoacids by roots of wheat in water culture. Sborn. csl. Akad Zemed. Ved. 28:927-940 (Cz. r. e.). 1955. (Original not available for consultation; abstracted in Bibliography on toxicity of root excretions. Commonwealth Bureau of Soil Science, Harpenden. England No. 128. March 1958. 6p.)

52. THATCHER, R. W. The effect of one crop on another. American Society of Agronomy. Journal 15(8):331-338. 1923.

53. WENT, F. W. The dependence of certain annual plants on shrubs in Southern California deserts. Bulletin of the Torrey Botanical Club 69(2):100-114. 1942. (Original not available for consultation; abstracted in Biological Abstracts 16:(5):11701. 1942.

Date Due

FEB 1 2 1986

FEB 2 5 1986

~~MAR 1 1 1986~~

~~DEC 1 0 1986~~

~~5 NOV 1986~~

~~1 7 FEB. 1988~~

3 1 MAR 1993

3 APR 1993

Oxford®

No. 722½

PRODUCTO CENTRO AMERICANO

HECHO EN COSTA RICA