

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA
GUTIÉRREZ, CHIAPAS.



SEP

RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

TEMA:

“CUANTIFICACIÓN DE CANAVANINA EN CULTIVO
Canavalia ensiformis, L. EN CULTIVO DE
INVERNADERO.”

QUE PRESENTA: Nancy Ivonne Pérez Morales

No. DE CONTROL: 09270033

ASESOR: Dr. JOAQUÍN ADOLFO MONTES MOLINA

Revisores: Dr. Reiner Rincón Rosales.

Dra. Rocío Meza Gordillo.

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A; 14 DE ENERO 2014



INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	4
INDICE DE CUADROS.....	6
CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO II JUSTIFICACIÓN.....	9
CAPITULO III OBJETIVOS.....	9
3.1 <i>Objetivo General</i>	9
3.2 <i>Objetivo específico</i>	9
CAPITULO IV CARACTERIZACION DEL AREA DE PARTICIPACIÓN.....	10
CAPITULO V PROBLEMAS A RESOLVER.....	11
CAPITULO VI ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
CAPITULO VII MARCO TEÓRICO.....	11
7.1 <i>Importancia</i>	15
7.2 <i>Importancia económica</i>	16
7.3 <i>Utilización del uso de la planta</i>	16
7.4 <i>Uso de la semilla</i>	17
7.5 <i>Siembra de rotación de cultivos</i>	17
7.6 <i>Composición química de los granos de C. ensiformis</i>	18
7.7 <i>Principales factores antinutrientes presente en la C. ensiformis</i>	23
7.8 <i>Procesamientos tecnológicos para la utilización de granos de C. ensiformis</i>	24
7.9 <i>Estructura y síntesis de la canavanina</i>	25
CAPITULO VIII METODOLOGIA.....	26
CAPITULO IX DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	30

CAPITULO X RESULTADOS.....	31
CAPITULO XI DISCUSIÓN.....	47
CAPITULO XII CONCLUSIÓN.....	49
CAPITULO XIII BIBLIOGRAFIA.....	50



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MUESTRA EL CRECIMIENTO DE 3 SEMANAS.....	27
FIGURA 2. MUESTRA LA MEDICION DE VAINAS.....	28
FIGURA 3. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL NÓDULO.....	31
FIGURA 4. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL TALLO.....	32
FIGURA 5. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE LONGITUD DEL FOLLAJE.....	33
FIGURA 6. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA.....	34
FIGURA 7. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ.....	35
FIGURA 8. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE SEMILLAS.....	36
FIGURA 9. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE SEMILLA POR VAINA.....	37
FIGURA 10. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES.....	38
FIGURA 11. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS.....	39
FIGURA 12. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE NÓDULOS.....	40
FIGURA 13. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS.....	41
FIGURA 14. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE PESO DEL NÓDULO.....	42
FIGURA 15. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE PESO DEL FOLLAJE.....	43

FIGURA 16. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE PESO DE LA PLANTA.....	44
FIGURA 17. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE PESO DE LA RAÍZ.....	45
FIGURA 18. MUESTRA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VARIABLE PESO DE LA SEMILLA.....	46



INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ZONA AGROECOLOGICA.....	11
CUADRO 2. CLASIFICACIÓN CIENTIFICA, ESPECIES.....	13
CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUIMICA DE LOS GRANOS DE <i>C. ensiformis</i> SEGÚN VARIOS AUTORES.....	20
CUADRO 4. CONTENIDO DE AMINOACIDOS (g/100 g. MS) PARA GRANOS DE <i>C. ensiformis</i> Y OTROS GRANOS LEGUMINOSOS.....	21
CUADRO 5. CONTENIDO DE AMINOACIDOS (g/16 g.n) PARA GRANOS DE <i>C. ensiformis</i> Y OTROS GRANOS LEGUMINOSOS.....	22
CUADRO 6. EFECTO DEL AUTO CLAVADO SOBRE EL VALOR NUTRIMENTAL DE GRANOS DE <i>C. ensiformis</i> EN POLLOS EN CRECIMIENTO.....	25

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Canavalia ensiformis. L. DC es una leguminosa que fue domesticada en México y Arizona (Saver y Kaplan, 1969) en tiempos prehistóricos, y en la actualidad sus semillas se utilizan ocasionalmente para el consumo humano y animal (Jaffe, 1973) Se cultiva como cubierta vegetal o como abono verde en pequeña escala en la India, Indonesia, Taiwan, Tanzania, Kenia, este de África, Hawai (Duque, 1981), Centroamérica y Asia, desde el nivel del mar hasta 1800 m de altitud. Algunas veces se "escapa" planta cultivada que logra establecerse en una zona silvestre, de los cultivos y no está asociada a grupo cultural alguno. Su porte varía según la altitud a la que se cultive. Es rústica, se adapta a condiciones adversas como la sequía, suelos pobres, patógenos, y sus semillas son ricas en proteínas. Debido a esto, la *C. ensiformis* es un cultivo promisorio para la alimentación humana y animal. (Lincon y otros., 1995)

La canavanina (ácido 2-amino-4-(guanidinooxy) butanoico) es el principal aminoácido libre presente en el grano de (*C. ensiformis*) y algunas otras leguminosas (Saver y Kaplan, 1969). Es un aminoácido no proteico análogo a la arginina sintetizado por una diversidad de plantas leguminosas.

Este aminoácido no proteico es un potente antagonista de la arginina, Sus propiedades tóxicas se deben a esta similaridad estructural, ya que interfiere con el metabolismo de la arginina, inhibe la síntesis de proteínas, bloquea las síntesis de RNA y DNA, afecta el sistema inmune y es un potente antimetabolito que resulta tóxico a diferentes tipos de organismos (Jaffe, 1973). A pesar del efecto tóxico de la canavanina contenida en la *Canavalia ensiformis*, este frijol es una fuente potencial de proteína y energía para los animales (Duque, 1981), por lo que se ha intentado eliminar o reducir la cantidad de este componente por medio de tratamientos tanto físicos como químicos, a niveles que permitan su inclusión en dietas comerciales. Cualquier intento de estudiar la eficacia de los tratamientos para detoxificación y el efecto metabólico de la canavanina en animales o plantas depende de la disponibilidad de métodos sensibles, específicos y rápidos de análisis, de ahí la importancia de esta determinación.

Buscando aumentar la confiabilidad en la determinación de la canavanina se ha recurrido a técnicas más precisas y costosas, como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Los métodos por HPLC para la determinación de aminoácidos y compuestos aminados se han vuelto de uso rutinario en los laboratorios de nutrición animal y con esto algunos métodos para la determinación de canavanina han sido desarrollados, utilizando derivatización pre-columna con reactivos como Cloruro de Dansilo (Lincon et al., 1995) OPA (oftaldi aldehído), realizando la separación de los compuestos en una columna de fase reversa para su posterior detección fluorimétrica.

Estas metodologías además de requerir de equipos con detectores específicos para fluorimetría, no representan la única opción para el análisis de aminoácidos.

El (Dimetilamino) azobenzenosulfonil-Cloruro (DABS-Cl), es un reactivo de uso común para la determinación de aminoácidos sobre el cual existe extensa bibliografía. La reacción produce compuestos que pueden ser detectados en el espectro visible por un detector estándar UV/VIS.

El objetivo del presente trabajo final será desarrollar un método para la determinación de canavanina por HPLC utilizando como agente derivatizante al DABSCI. (Concepción M., 1999).

En este estudio el objetivo: evaluar las etapas de desarrollo fenológicas del cultivo de *Canavalia ensiformis*.

CAPITULO II

JUSTIFICACIÓN

(*Canavalia ensiformis*) es una leguminosa anual, en el boletín Tropsoils No. 90-01 de la universidad de Cornell se menciona que esta leguminosa contribuye hasta 231 kg de nitrógeno/ha, este mismo estudio demuestra que la cantidad de nitrógeno fijado por *Canavalia ensiformis* es mayor a aquella de especies como mucuna (152 kg/ha), cajanus cajan (229 kg/ha) y pueraria (116 kg/ha), su utilización como cultivo de cobertura está tomando mayor importancia en una variedad de sistemas agrícolas en donde se aprovecha como abono verde o cultivo de cobertura durante la temporada de sequía (Alemán R. y Flores M., 1993) tiene mucho nitrógeno por lo que es utilizado como alimento, forraje, remediación de suelos de cultivo, sin embargo contiene un aminoácido no proteico la *canavanina* (ácido 2-amino-4-(guanidinooxy) butanoico) es el principal aminoácido libre presente en el grano de *Canavalia ensiformis* que es toxico para los animales produciéndoles timpanización y esto les provoca la muerte, hasta la fecha se desconoce en qué etapa fisiológica de la planta se empieza a producir este aminoácido y también el crecimiento fisiológico de esta, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar la primera etapa de la investigación que consiste en evaluar la cinética de la variable de crecimiento durante las etapas fisiológicas.

CAPITULO III

OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

Evaluar el crecimiento del cultivo *Canavalia ensiformis* durante 180 días

3.2 Objetivo específico:

Evaluar la cinética de las variables de crecimiento del cultivo de *Canavalia ensiformis* durante sus etapas fisiológicas durante 180 dde.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE PARTICIPACIÓN

Este proyecto fue realizado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, el cual tiene su domicilio en Carretera Panamericana Km. 1080. Los servicios que presta la Institución son:

- Atender la demanda de educación superior y de postgrado, con alta calidad a nivel nacional e internacional en las áreas industrial, agropecuarias y de servicios, en todas las regiones del país, como forma de auspiciar el desarrollo regional.
- Promover y convocar a los sectores productivos y educativos de cada localidad para generar y otorgar apoyos materiales y financieros adicionales, requeridos en la operación de los planteles.
- Compartir con la comunidad la cultura científica, tecnológica y humanista, así como la recreación y el deporte, mediante los diversos foros y medios con que cuenta el sistema.
- Ofertar perfiles profesionales que integren las necesidades específicas regionales, para que el egresado contribuya de manera satisfactoria al desarrollo de cada comunidad, en especial de la planta educativa.

DEPARTAMENTO DE ING. QUIMICA Y BIOQUIMICA

- Este departamento se encarga de planear, coordinar, controlar y evaluar las actividades de docencia, investigación y vinculación en las áreas correspondientes a Ing. Química y Bioquímica que se imparten en el Instituto Tecnológico, de conformidad con las normas y lineamientos establecidos por la Secretaría de Educación Pública.
- Además de elaborar el programa educativo anual y el anteproyecto de presupuesto del departamento y presentarlo a la subdirección académica para lo conducente.
- También se encarga de aplicar la estructura orgánica autorizada para el departamento y de los procedimientos.

En la realización de este proyecto, fue necesario desempeñar diversas actividades experimentales, para lo cual se contó con un área de trabajo específica para llevarlas a cabo:

❖ **Laboratorio de ambiental:**

Por lo general es utilizado para que los alumnos puedan llevar a cabo los trabajos de Residencia Profesional.

- Dentro de los materiales y equipos disponibles con los que cuenta el laboratorio de ambiental se encuentran: vaso de precipitado, pipetas, probetas, tubos de ensaye, gradilla, báscula etc.

❖ **Laboratorio de analítica departamento de posgrado:**

- Los equipos utilizados fueron centrifuga y báscula

❖ **Invernadero de posgrado.**

CAPITULO V

PROBLEMAS A RESOLVER

Conocer la etapa fisiológica en la que se empieza a generar la canavanina y con esto poder recomendar al productor la época de corte para que pueda utilizarlo como forraje.

CAPITULO VI

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

- Al conocer la edad fisiológica de la planta en la cual empieza a producir canavanina y determinando la concentración de canavanina tendríamos un forraje muy nutritivo para el ganado.

Limitaciones:

- Falta de reactivos para la determinación de concentración de canavanina por no llegar el presupuesto a tiempo.
- Que el cultivo sufra daños debido al medio ambiente por ejemplo exceso de lluvia, inundación por el exceso de lluvia.
- Reactivos que ya no estén en el mercado

CAPITULO VII

MARCO TEÓRICO

Descripción: Planta herbácea de 1.3 a 1.5 m. de altura, densamente ramificada, tiende a ser trepadora. Hojas aovadas lanceoladas de 8 cm de ancho por 18 cm de largo, claramente nervadas por el envés. Flores de color lila, forma papilionada. Semillas blancas de 1.8 cm de diámetro, en número de 8 a 10 en cada vaina. Vaina de 22 cm, de largo, de color claro oscuro, coriácea, la característica de esta especie es la presencia de estrías (costilla) en el lomo de la vaina.

Sinónimos: *Dolichos ensiformis* L. Frijol de chanco, Frijol espada, Frijol machete, Frijol mantequilla.

Cuadro 1. Zona Agroecológica:

Temperatura °C	Precipitación mm/año	Altura msnm	Tolerancia a...			
15-30 opt. 15-28	640-4200 opt. 900-1200	0-1800 opt. 0-900	...sequía	...inundación	...sombra	...quema
			excelente	moderada	buena	

Toxicidad: Las semillas contienen factores anti nutricionales, como un aminoácido libre, canavanina, y las proteínas *concanavalina* A y B. La canavanina es similar al aminoácido esencial arginina y ocasiona la sustitución de éste en las proteínas, lo cual puede ser la causa de su efecto tóxico. Es soluble en agua y, por lo tanto, puede ser lavado mediante remojo de las semillas. La *concanavalina* A es una lectina con actividad hematoaglutinante; además, interfiere en la capacidad de absorción de nutrientes de los intestinos, ya que destruye las células de la mucosidad intestinal. Los granos requieren remojo prolongado antes de cocerlos. Para disminuir el riesgo de toxicidad, se recomienda eliminar la cáscara, cociendo un poco las semillas, escurriéndolas, quitando la mayor parte de la cáscara y, finalmente, terminando de cocerlas en agua. También se detoxifica por fermentación. Como cobertura puede utilizarse intercalado en café, cacao, coco, cítricos, piña y otros. Se puede asociar con maíz, sorgo y caña de azúcar.

Siembra: Peso de 1000 semillas: 1285 - 1517 gr. Nodula con cepas nativas de *Bradyrhizobium cowpea*, es decir, no requiere inoculación. Sin embargo, la eficiencia de la simbiosis no parece ser muy alta y en suelos fértiles puede ser que ni se desarrollen nódulos. En este caso la planta extrae el nitrógeno del suelo. Se siembra en surcos; para abono verde y cobertura: 50 cm de distancia entre surcos y 5-6 semillas por metro lineal (235-280 lbs/mz); asociado: 4 plantas/m² (100-130 lbs/mz).

Ciclo: 170-240 días. La germinación se da en 2 o 3 días.

Rendimiento de semilla: 800 - 1300 kg/ha.

Producción de Biomasa: Produce 360-625 qq/mz de materia verde y 50-110 qq/mz de m.s. en relevo llega a 54qq/mz de m.s.

Fijación de Nitrógeno: 114lbs/mz de N.

Valor Nutricional:

- Humedad 14.2
- Proteína 24.5
- Grasas 2.3
- ELN 46.6
- Fibra 8.9
- Ceniza 3.5

(Binder, 1997)

Canavalia ensiformis: es un género de plantas con flores con 137 especies perteneciente a la familia Fabaceae.

Cuadro 2. Clasificación científica, Especies.

Clasificación científica

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Subclase: *Rosidae*
Orden: *Fabales*
Familia: *Fabaceae*
Subfamilia: *Faboideae*
Tribu: *Phaseoleae*
Subtribu: *Diocleinae*
Género: ***Canavalia ensiformis*** Adans.

Especies

- *Canavalia ensiformis acuminata* Rose
- *Canavalia ensiformis africana* Dunn
- *Canavalia ensiformis altipendula* (Piper) Standl.
- *Canavalia ensiformis aurita* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis bicarinata* Standl.
- *Canavalia ensiformis boliviana* Piper
- *Canavalia ensiformis bonariensis* Lindl.
- *Canavalia ensiformis brasiliensis* Mart. ex Benth. (2007)
- *Canavalia ensiformis campylocarpa* Piper
- *Canavalia ensiformis cathartica* Thouars
- *Canavalia ensiformis centralis* St. John
- *Canavalia ensiformis concinna* J. D. Sauer
- *Canavalia ensiformis dictyota* Piper – disputed
- *Canavalia ensiformis dolichothyrsa* G.P. Lewis
- *Canavalia ensiformis dura* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis feijao-de-porco*
- *Canavalia ensiformis eurycarpa* Piper
- *Canavalia ensiformis forbesii* St. John
- *Canavalia ensiformis galeata* (Gaud.) Vogel
- *Canavalia ensiformis glabra* (M. Martens & Galeotti) J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis gladiata* – Sword Bean
- *Canavalia ensiformis grandiflora* Benth.
- *Canavalia ensiformis haleakalaensis* St. John

- *Canavalia ensiformis hawaiiensis* O. & I. Deg. & J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis hirsutissima* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis iaoensis* St. John
- *Canavalia ensiformis kauaiensis* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis kauensis* St. John
- *Canavalia ensiformis lineata* (Thunb.) DC.
- *Canavalia ensiformis macrobotrys* Merr.
- *Canavalia ensiformis macropleura* Piper
- *Canavalia ensiformis madagascariensis* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis makahaensis* St. John
- *Canavalia ensiformis mattogrossensis* (Barb. Rodr.) Malme
- *Canavalia ensiformis matudae* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis microsperma* Urb.
- *Canavalia ensiformis mollis* Wight & Arn.
- *Canavalia ensiformis molo kaiensis* – Moloka Jack-bean
- *Canavalia ensiformis munroi* (O. & I. Deg.) St. John
- *Canavalia ensiformis napaliensis* – Mākaha Valley Jack-bean
- *Canavalia ensiformis nitida* (Cav.) Piper
- *Canavalia ensiformis nualoloensis* St. John
- *Canavalia ensiformis obidensis* Ducke
- *Canavalia ensiformis oxyphylla* Standl & L.O. Williams
- *Canavalia ensiformis palmeri* (Piper) Standl.
- *Canavalia ensiformis papuana* Merr. & L.M. Perry
- *Canavalia ensiformis parviflora* Benth.
- *Canavalia ensiformis peninsularis* St. John
- *Canavalia ensiformis picta* Benth.
- *Canavalia ensiformis piperi* Killip & J.F. Macbr.
- *Canavalia ensiformis plagiosperma* Piper
- *Canavalia ensiformis pubescens* – Lavafield Jack bean
- *Canavalia ensiformis raiateensis* J.W. Moore
- *Canavalia ensiformis ramosii* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis regalis* Piper & Dunn
- *Canavalia ensiformis rockii* St. John
- *Canavalia ensiformis rosea* (Sw.) DC.
- *Canavalia ensiformis rutilans* DC. – disputed
- *Canavalia ensiformis sanguinea* St. John
- *Canavalia ensiformis saueri* Fantz
- *Canavalia ensiformis septentrionalis* J.D. Sauer
- *Canavalia ensiformis sericea* A. Gray
- *Canavalia ensiformis sericophylla* Ducke
- *Canavalia ensiformis stenophylla* St. John
- *Canavalia ensiformis villosa* Benth.

Investigaciones realizadas sobre (*Canavalia ensiformis*):

Dentro de las familias de las leguminosas tropicales, el género *Canavalia* posee 12 especies con potencial agropecuario, entre las que se encuentra la *Canavalia ensiformis*, la cual ha sido la más estudiada y cultivada (Viera y Ramis, 1983).

Towle, M. (1961), dice que *Canavalia ensiformis* es conocida como pallar de los gentiles.

Quispe, A. (1993), en estudios de fertilización de suelos, demostró la aptitud de *Canavalia ensiformis* como abono verde en cultivo de maíz.

Saavedra, J. (1995), en estudios preliminares encuentra que *Canavalia ensiformis* tiene un alto porcentaje de germinación. Asimismo, encuentra que bajas temperaturas afectan a la especie, pues ocurre que las flores abortan y por lo tanto se reduce el número de vainas (Saavedra J., 2009).

7.1 Importancia:

La importancia del género *Canavalia ensiformis* para la alimentación animal se concentra en el alto contenido de proteínas asimilables (27%-29%) que posee en sus hojas, flores frutos y semillas (wolff y kwolek, 1971) y por los diversos usos que le han dado desde épocas muy antiguas, el género *Canavalia ensiformis* se ha clasificado junto a *Galactia* como promiscuo y efectivo debido a que nodulan de una manera efectiva con un rango amplio, por otra parte las especies de *Canavalia ensiformis* están incluidas entre los pocos granos o semillas de leguminosas, junto a *Lathyrus sativus* y especies de *Mucuna* que contienen toxinas tales como alcaloides y aminoácidos no proteicos en niveles que plantean un problema a la humanidad. Afortunadamente ninguno de estos cultivos es de importancia económica fundamental. Los mismo sirven como forraje, abonos verdes, y se usan en la alimentación humana solo en caso de extrema pobreza, lo cual significa que las propiedades venenosas se unen a otros problemas y el efecto combinando puede ser severamente nocivo (Johns, 1994).

7.2 Importancia Económica:

C. ensiformis es importante por el alto contenido de nitrógeno, por lo que puede ser utilizada como abono verde.

En la provincia de la Convención, Cusco, Perú, se han realizado ensayos en la Facultad de Agronomía de la Universidad San Antonio de Abad del Cusco, con sede en Quillabamba, con resultados halagadores en el caso utilizado para el maíz, Otra posibilidad de uso de *C. ensiformis* es poder ser sustituto de la soya, con la gran ventaja que *Canavalia ensiformis* es más rústica y, por lo tanto con bajos costos de producción (Saavedra J., 2009).

7.3 Utilización del uso de la planta:

Entre las principales ventajas para el uso de esta leguminosa como cultivo de cobertura y abono verde podemos enumerar:

a) Control de malezas: el crecimiento vigoroso de la planta impide el paso de la luz para las malezas limitando su desarrollo. La *Canavalia ensiformis* requiere que el terreno esté limpio al momento de la siembra y crece mucho mejor en terrenos que han sido bien cultivados.

b) Aumenta los niveles de materia orgánica en el suelo: en condiciones favorables la planta puede llegar a producir hasta 40-50 Ton. De material verde/Ha6. El mejor tiempo de incorporación de este material es durante la floración cuando su composición de nutrientes es 3.39% de N, 0.35% de P₂O₅, 2.65% de K₂O y su relación C/N a esta etapa es 10⁷.

c) Fijación de nitrógeno atmosférico: en el boletín Tropsoils No. 90-01 de la Universidad de Cornell se menciona que esta leguminosa contribuye hasta 231 kg de nitrógeno/Ha.

Este mismo estudio muestra que la cantidad de nitrógeno fijado por *C. ensiformis* es mayor a aquella de especies como *Mucuna* (152kg/ha), *Cajanus cajan* (229kg/ha) y *Pueraria* (116kg/ ha)⁸.

d) A estas ventajas podrían sumarse otras como el control de la erosión cuando se utiliza como cultivo de cobertura el mantener niveles de humedad en el suelo. También, el uso de esta práctica es de bajo costo lo que la hace accesible para muchos agricultores pobres que trabajan en zonas de ladera (Torres, 1987).

7.4 El Uso de la Semilla:

En algunos reportes se menciona la utilización de las vainas verdes de *Canavalia ensiformis* como habichuelas¹⁰. Hasta ahora en Honduras no es una práctica muy común y no encontramos agricultores que reporten el uso de estas vainas. Mucha gente pregunta si la semilla se puede usar como alimento humano. Hay reportes de la utilización de la semilla cocida sin cáscara. Incluso, en algunos lugares se conoce como “frijol papa” por su sabor parecido al de la papa.

Los extensionistas de salud de los programas de Vecinos Mundiales en el Socorro y Taulabé, Honduras, han hecho varios experimentos de recetas preparadas con frijol *Canavalia ensiformis* cocido sin cáscara, ellos informan que tiene un buen sabor, mejor aún que el del frijol terciopelo, y que no han observado efectos posteriores tales como los mareos o náuseas que ocurren cuando se consume excesivamente el frijol terciopelo.

En todo caso, para un consumo menos riesgoso de cualquier leguminosa se recomienda eliminar la cáscara que es donde se encuentran concentrados muchos componentes Anti-nutricionales. La cáscara se puede eliminar cociendo la semilla un poco, botarle el agua y con la mano quitar la mayor parte de esta para luego terminar de cocerla en otra agua. Sin embargo, se debe ejercer extremo cuidado al utilizar estas especies, poco estudiadas, como alimento humano.

La *Canavalia ensiformis* contiene un aminoácido llamado canavanina que es definitivamente tóxico. Además contiene las proteínas con canavalina A y B que reducen la capacidad de los intestinos para absorber nutrientes. Todas estas sustancias son ampliamente utilizadas en la industria farmacéutica. Pero no se conoce con claridad procesos sencillos que permitan eliminarlas para mejorar la calidad nutritiva de estas leguminosas (Torres, 1987).

7.5 Siembra de rotación de cultivos:

La asociación con Maíz: Esta práctica se ha utilizado en la región central de Honduras por algunos agricultores que han experimentado también con otras leguminosas como el frijol terciopelo. Esta zona se encuentra entre los 900 y 1000 SNM con precipitaciones desde 700 hasta más de 1000 mm/año los que se distribuyen en un lapso de seis meses. Los rangos de temperatura en la época de cultivo van desde 18-24° centígrados. Los suelos se pueden considerar de baja fertilidad ubicados en zonas de laderas y por lo general de texturas medias

La mayoría de agricultores que utilizan la *Canavalia ensiformis* en Honduras la siembran al mismo tiempo que el maíz. En las zonas donde se está utilizando esta práctica el crecimiento de la leguminosa no ha presentado ningún problema para el desarrollo del maíz. En otras regiones con mayor precipitación y humedad se recomendaría sembrar la *Canavalia ensiformis* unos 15 días después del maíz porque el desarrollo de la leguminosa es más rápido en esas condiciones.

La densidad de siembra ha sido 2 semillas por postura dejando aproximadamente 40 centímetros entre posturas. La distancia entre surcos es la misma del maíz, 90 centímetros, pero se logra mucha mejor cobertura con distancias de 80 cm entre surcos. Algunos agricultores ponen la *Canavalia ensiformis* en el mismo surco del maíz y otros la siembran en medio. Con esta densidad de siembra se requieren aproximadamente 130 lbs de semilla de *Canavalia ensiformis*/Mz.

La siembra es al inicio de la época lluviosa entre Mayo-Junio; la cosecha del maíz se lleva a cabo en octubre-Noviembre. En lugares donde se hacen dos cultivos al año, se puede chapear el follaje de la leguminosa que fue sembrada en Mayo y sembrar el segundo cultivo a través del mulch que dejó la leguminosa. Esto reduce malezas y mejora el nivel de nutrientes disponibles. Cuando se asocia la *Canavalia ensiformis*, muchos agricultores mencionan la necesidad de llevar a cabo 2 limpiezas al maíz mientras que otros dicen que solamente una vez es necesario. Pero un comentario común es que la limpieza se hace más rápido en aquellos terrenos donde existe la leguminosa, que en aquellos donde el maíz crece solo debido al crecimiento de malezas.

La asociación con café: Hasta ahora la mayor cantidad de experiencias en Honduras se están llevando con plantaciones de café. Han habido muchos agricultores y organizaciones de desarrollo que están llevando a cabo ensayos para ver los resultados de intercalar *Canavalia ensiformis* con café, pero no se cuenta todavía con datos concretos sobre estos trabajos.

En literatura del Cenicafé de Colombia se encontró que una de las ventajas de la utilización de *Canavalia ensiformis* como cultivo de cobertura en cafeto ha sido el control de malezas donde las limpiezas se redujeron a cuatro comparado con seis limpiezas en monocultivo (Torres, 1987).

7.6 Composición química de los granos de *Canavalia ensiformis*:

Se han realizado varios estudios donde se ha caracterizado el análisis proximal de los granos crudos de *Canavalia ensiformis*. En el Cuadro 3 se pueden observar los valores de composición química según diversos autores. El contenido de proteína cruda varía entre 26.90 y 31.30 %, similares a los reportados para otros granos leguminosos, el extracto etéreo 1.60-3.50%, calcio 7.00-9.40%, cenizas 2.30-3.20%, almidón 35.70-46.10%, calcio 7.00-9.40%, cenizas 2.30-3.20%, almidón 35.70-46.10%, calcio 0.12-0.17% y fósforo 0.31-0.42%.

Los valores señalados indican que la *Canavalia ensiformis* es una buena fuente de proteínas, almidón y minerales, pudiendo concebirse que reemplace parte de la soya y de los cereales en raciones para animales no rumiantes, incluyendo aves y cerdos.

El principal aminoácido no proteico de la *C. ensiformis* es la canavanina. Tomando en cuenta este señalamiento León et al (1989) indican que el contenido de proteína útil de la *C. ensiformis* debería ser 24.3% en lugar de 31.3% una vez sustraído el contenido de nitrógeno de la canavanina.

Por otra parte, ya que los requerimientos proteicos para no rumiantes deben ser considerados en términos de aminoácidos esenciales y balance relativo de los mismos en la dieta, es importante considerarla composición y balance de los aminoácidos en los granos leguminosos utilizados como suplemento proteico en la elaboración de raciones alimenticias. Los granos de leguminosas son generalmente 1 deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y en triptófano, siendo ricas en lisina (Van der P., 1990).

En relación a la composición de la proteína de la *C. ensiformis* en términos de aminoácidos, en los Cuadros 4 y 5 se observa una comparación con otros granos leguminosos (soya, *Vicia faba Phaseolus vulgaris*) expresando la composición en g: 1100 g.MS y g/16 g.N. Para la *C. ensiformis* se muestran valores según varios autores y un valor promedio para compararlo con las otras leguminosas. Se nota que la *C. ensiformis* a pesar de tener valores aceptables en concentración de aminoácidos muestra en general menores valores que la soya, aunque bastantes similares a los otros granos leguminosos. León et al. (1989) señalan que el perfil de aminoácidos de la *C. ensiformis*, sin incluir canavanina y expresado en g/16 g.N llega a ser muy similar al de los granos de *Vicia faba*.

Con respecto al valor energético, los resultados experimentales obtenidos indican que los granos de *C. ensiformis* son una buena fuente de energía metabolizable para las aves. D' Mello et al. (1985) obtuvieron un contenido de energía metabolizable de 2850 Kcal Kg. Ms para granos de *C. ensiformis* autoclavados. En un ensayo realizado por León et al. (1987) para determinar energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) en granos crudos o extruidos, los resultados señalan valores de 2247 y 2756 Kcal/Kg. Ms para harina de granos crudos y extruidos, respectivamente. Por otra parte, León et al. (1990) reportan valores de EMVn para *C. ensiformis* cruda de 2395 a 2771 Kcal/Kg.MS, y valores de 2990 a 3209 Kcal/Kg.MS para *C. ensiformis* extruida, señalando que el tratamiento térmico mejora el valor energético de los granos en un rango comprendido entre 400 y 600 Kcal/Kg.MS.

Cuadro 3. Composición química de los granos de *C. ensiformis* según varios autores.

COMPONENTE	FUENTE				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Materia Seca (%)	-	-	86,50	-	-
% en Base Seca: Pc(N x 6.25)	29.50	30.81	26.90	31-30	29.50
Extracto Etereo	1.60	2.12	1.80	3.50	1.60
Fibra Cruda	7.00	9.24	8.50	-	7.00
Cenizas	2.30	2.80	3.20	3.00	2.30
Almidón	-	-	46.10	35.70	-
Pared Celular Insoluble agua	-	-	-	20.10	-
Polisacáridos no almidón Solubles en agua	-	-	-	1.60	-
Sacarosa	-	-	-	1.40	-
Calcio	0.12	0.14	0.17	-	0.12
Fósforo	0.42	0.31	0.36	-	0.42
Potásio	-	0.94	0.72	-	-
Sodio	-	0.006	-	-	-
Magnesio	-	0.13	0.17	-	-
Cobre (ppin)	-	8.30	12.20	-	-
Manganeso (ppm)	-	3.60	8.70	-	-
zinc(ppm)	-	22.10	28.70	-	-
Hierro (ppm)	-	26.00	Trazas	-	-

(1) D' Mello et al. (1985); (2) Bressani et al. (1987); (3) León et al. (1989); (4) Kessel et al. (1990).

Cuadro 4. Contenido de aminoácidos (g/100 g.MS) para granos de *C. ensiformis* y otros granos leguminosos.

Fuente Aminoácidos	<i>Canavalia ensiformis</i>						Otros		
	1	2	3	4	5	X	S	V	P
Lisina	1.48	1.97	1.43	1.39	1.66	1.56	2.38	1.68	1.29
Metionina	0.27	0.25	0.33	0.23	0.30	0.29	0.67	0.20	0.25
Cristina	0.30	-	0.17	0.23	0.33	0.22	0.67	0.32	0.23
Triptiófano	-	0.22	-	-	-	0.22	-	0.23	0.24
Arginina	1.53	1.7	1.56	1.37	1.70	1.53	3.09	2.45	1.19
Treonina	1.03	1.11	1.09	1.08	1.16	1.09	1.75	0.96	-
Valina	1.18	1.46	1.26	1.16	1.30	1.27	1.86	1.21	-
Isoleusina	0.97	1.69	1.12	1.02	1.10	1.17	1.93	1.0	-
Leusina	2.01	1.87	2.00	2.08	2.26	2.04	3.27	1.98	-
Fenilalanina	1.09	1.10	1.30	1.07	1.23	1.17	2.16	1.13	-
Histidina	0.71	0.98	0.80	0.72	0.80	0.80	1.00	0.67	-
Serina	1.42	1.29	1.31	1.3	7.60	1.38	-	-	-
Prolina	1.00	1.09	-	0.87	1.13	0.99	-	-	-
Ac. Aspártico	2.60	2.77	2.96	2.58	2.93	2.80	-	-	-
Ac. Glutánico	2.86	2.80	3.24	2.90	3.22	3.04	-	-	-
Glicina	1.00	1.12	1.01	1.01	1.13	1.05	-	-	-
Alanina	1.06	1.14	1.08	1.05	1.12	1.09	-	-	-
Tirosina	0.91	0.91	1.12	0.84	1.03	0.99	-	0.84	-
canavanina	-	-	5.08	3.59	-	4.34	0	0	0

S: soya V: vicia faba P: Phaseolus vulgaris

(1) Bressani et al. (1987); (2) D` Mello et al. (1988); (3) León et al. (1989); (4) Kessler et al. (1989); (5) NCR (1988).

Cuadro 5. Contenido de aminoácidos (g/16g.n) para granos de *Canavalia ensiformis* y otros granos leguminosos.

FUENTE CANAVALIA ENSIFORMIS, AMINOACIDO	S			V			OTROS		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	x	(6)	(7)	(7)
Lisina	5.00	4.64	7.31	4.45	5.53	5.41	6.40	6.29	5.71
Metionina 0.90	1.07	0.91	0.75	1.02	0.93	1.80	0.75	1.11	
Cristina	1.00	0.55		0.72	1.12	0.85	1.80	1.20	1.02
Triptófano	-	-	0.80	-	-	0.80	-	0.86	1.06
Arginina	5.20	5.06	5.47	4.38	5.76	5.17	8.30	9.18	5.27
Treonina	3.50	3.54	4.11	3.44	3.93	3.70	4.70	3.60	-
Valina	4.00	4.09	5.42	3.70	4.41	4.32	5.00	4.53	-
Isolucina	3.30	3.63	6.29	3.27	3.73	4.04	5.20	4.04	-
Leucina	6.80	6.49	6.94	6.64	7.66	6.91	8.80	7.42	-
Fenilalanina	3.70	4.22	4.10	3.41	4.17	3.92	5.80	4.23	-
Histidina	2.40	2.60	3.6	3	2.30	2.71	2.73	2.70	2.51
Serina	4.80	4.25	4.80	4.38	5.42	4.73	-	-	-
Prolina	3.40	-	4.06	2.77	3.83	3.52	-	-	-
Ac aspártico	8.80	9.61	10.29	8.25	9.33	9.38	-	-	-
Ac glutamínico	9.70	10.51	10.40	9.26	10.92	10.16	-	-	-
Glicina	3.40	3.28	4.16	3.23	3.83	3.58	-	-	-
Alanina	3.60	3.51	4.26	3.34	4.07	3.76	-	-	-
Tirosina	3.10	3.63	3.39	2.69	3.49	3.26	-	3.15	-
Canavanina	-	-	-	11.48	-	11.48	0	0	0

S: Soya V: Viciafaba P: Phaseolus vulgaris

(1) D' Mello et al., (1985); (2) Bressani et al., (1987); (3) León et al., (1989); (4) Kessler et al., 1990; (5) NRC (1988).

Por lo tanto, de acuerdo a su composición química y valor energético, la *C. ensiformis* parece apropiada para su utilización en la alimentación de aves y cerdos. Sin embargo, el consumo de *C. ensiformis* cruda aun en niveles inferiores a un 10% de la dieta, causa una severa disminución en ganancia de peso y en la conversión alimenticia en relación al testigo en aves y en cerdos. Efectos negativos han sido atribuidos a la presencia de la lectina *concanavalina A* y del aminoácido no proteico canavanina León et al., 1991, los cuales limitan la utilización de *C. ensiformis* cruda en las dietas, haciéndose necesario el procesamiento de los granos para poder incluirlos a niveles más altos en las raciones.

7.7 Principales factores antinutricionales presentes en la *Canavalia ensiformis*:

Es bastante reconocido el hecho de que en las leguminosas crudas se encuentran varios factores limitantes que disminuyen su potencial nutricional (Van der Poel, 1990). Al igual que en la mayoría de los granos leguminosos, la *Canavalia ensiformis* posee algunos granos antinutricionales, los cuales determinan una respuesta productiva baja en animales no rumiantes cuando los granos se incluyen en forma cruda en las raciones. En *Canavalia ensiformis* se señalan los siguientes factores antinutricionales: concanavalina A Oectina, canavanina (aminoácido no proteico), canatoxina, ureasa (enzima), y factores anti proteolíticos (inhibidores de enzimas). En esta oportunidad nos referiremos a los dos primeros considerados los más importantes:

1. Concanavalina A (Con A):

La con A es una proteína de tipo globular clasificada como lectina, con relativa alta solubilidad en soluciones salinas débiles, termolabil, que forma un 30% de nitrógeno total del grano de *Canavalia ensiformis* (Escobar et al., 1984). La con A ha sido aislada e identificada como la principal causa en la reducción del consumo de alimento en aves, este efecto está asociado con la capacidad hemaglutinante de la dieta y es dependiente de la capacidad de unión de esta lectina con los carbohidratos, tal vez involucrando los grupos glicosilados de las proteínas y lípidos de las células intestinales (León et al., 1991).

2. Canavanina:

Es un aminoácido no proteico presente en forma libre, ha sido aislado en aproximadamente 1200 plantas leguminosas donde es a menudo el principal aminoácido libre. Es el aminoácido no proteico de mayor importancia presente en la *C. ensiformis*, representa entre el 3 y 5% del peso seco del grano de *Canavalia ensiformis* maduro (Escobar et al., 1984). Es un análogo estructural de la arginina, soluble en agua y resistente al calor. Los efectos biológicos adversos de la canavanina, al parecer resultan principalmente de su condición de análogo estructural de la arginina, lo cual le permitiría actuar como antagonista metabólico de este aminoácido proteico. La canavanina ha sido señalada como uno de los responsables conjuntamente con la Con A del bajo valor nutricional de los granos crudos de *C. ensiformis* en aves (Vargas y Coromoto, 2004).

7.8 Procesamientos Tecnológicos para la Utilización de granos de *Canavalia ensiformis*:

Comportamiento Productivo de aves y cerdos alimentados con dietas que incluyen harinas de granos de *C. ensiformis*, la mayor parte de los estudios realizados en relación a la toxicidad de los granos crudos o tratados de *C. ensiformis* y sus efectos, han sido conducidos principalmente en aves. Vierma y Montilla (1984), mostraron que el tratamiento calórico (autoclave, extrusión, o tostado), como métodos de procesamiento de los granos de *C. ensiformis* permiten un mejor aprovechamiento del valor nutricional de la *C. ensiformis* en dietas para aves en comparación con granos crudos.

Sin embargo, la inclusión de 14 a 30% de *C. ensiformis* autoclavada en pollos en crecimiento no ha permitido comportamiento productivo de los animales que iguale al control (D' Mello et al., 1985; D' Mello et al., 1989; Kessler et al., 1990).

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de algunos resultados obtenidos con pollos en crecimiento cuando se utiliza el proceso de autoclavado, se puede observar que si se usa *C. ensiformis* autoclavada a 120 °C por 60 minutos, no se puede incluir a niveles mayores a 14% en la dieta, ya que desmejora el comportamiento productivo (D' Mello et al 1985; D' Mello et al., 1989; Kessler, 1990). Por otra parte, si se utiliza un proceso de extracción con KHCO previo al autoclavado (120 9C/60 min.) se puede incluir la *C. ensiformis* hasta un nivel de 28% sin ocasionar desmejoras en las respuestas productivas (D' Mello y Walker, 1991), sin embargo esto implicaría un proceso adicional que es la extracción, en relación a la utilización de granos de *C. ensiformis* crudos o procesados térmicamente en gallinas ponedoras, los datos del Cuadro 6 indican una mayor tolerancia a niveles más altos en las raciones. Con respecto a los granos crudos, la inclusión de niveles superiores al 10% ocasiona disminución de los parámetros productivos con respecto a la dieta basal. Si se utiliza cocinado por 60 minutos, o autoclavado por 121 °C por 90 minutos, es posible lograr respuestas productivas satisfactorias con dietas hasta con un 20% de inclusión de *C. ensiformis* (Udedibie y Madubuike, (1988); Udedibie, (1990).

Con respecto al proceso de extrusión, León et al.,(1990) reportaron mejoras en los valores de digestibilidad del almidón y los aminoácidos y en el contenido de la energía metabolizable de los granos extruidos. Sin embargo, estas mejoras en el valor nutritivo de los granos producto del proceso de extrusión , no lía estado acompañada de respuestas adecuadas con respecto a los parámetros productivos de las aves. En el Cuadro 7 se presentan los resultados de un experimento reciente, donde se evaluaron 24 condiciones diferentes de extrusión (combinando temperatura, humedad, velocidad de flujo del extrusor), los resultados indican que los tratamientos con *C. ensiformis* extruida presentaron respuestas productivas muy inferiores a la dieta control (Vargas, 2004).

Cuadro 6. Efecto del autoclavado sobre el valor nutricional de granos de *C. ensiformis* en pollos en crecimiento.

	AUTORES (%)	G.P.	TRATAMIENTO C.A	NIVEL	RELATIVO A DIETABASAL
Belmary Ellis (1984)	120 °C/60 min.	30	47.9	57.9	
	120 11C160 min.	30	43.3	53.3	
Remojomas:					
D' Mello et al., (1985)	121 OC/30 min.	14	60.2	69.1	
	121 11C130 min.	28	15.0	31.9	
	121 l>C/60 min.	28	32.9	46.8	
Remojomas:					
D' Mello et al (1989)	135 °C/5 min.	14	62.5	69.7	
	121 °C/60 min	14	83.4	88.2	
D' Mello et al.,(1990)	121 °C/60 min	14	79.4	84.3	
Remojomas:					
	121 9C160 min.	14	92.4	94.4	
Kessler et al., (1990)	120 °C/30 min.	30	47.8	57.9	
	120 °C/60 min.	47.8	43.4	53.5	
Extraída con:					
D' Mello y KHC03 más:					
Walker (1991)	121 °C/60 min.	14	99.2	98.9	
	121 9C160 min.	20	96.5	97.5	
	121 °C/60 min.	28	93.9	97.8	

G.P: Ganancia de Peso C.A: Consumo de Alimento

7.9 Estructura y síntesis de la canavanina:

Las plantas y los animales incorporan los mismos 20 aminoácidos en sus proteínas. Sin embargo, muchas plantas contienen otros aminoácidos no comunes, llamados aminoácidos no proteicos, que son incorporados a las proteínas, sino que están presentes en su forma libre y actúan como sustancias protectoras. Los aminoácidos no proteicos con frecuencia son similares a los aminoácidos proteicos comunes. La canavanina, por ejemplo, es un análogo a la *arginina* y el *ácido azetidina-2-carboxílico* tiene una estructura muy similar a la de la *prolina*.

Los aminoácidos no proteicos ejercen su toxicidad de varias formas. Algunos bloquean la síntesis o incorporación de aminoácidos proteicos; otros, como la canavanina, pueden incorporarse por error en las proteínas. Tras la ingestión, la canavanina es reconocida por las enzimas del herbívoro que normalmente unen arginina a su molécula de RNA de transferencia, de forma que es incorporado a las proteínas en lugar de la *arginina* es resultado normalmente es una proteína no funcional porque su estructura terciaria o su sitio catalítico están alterados. La canavanina es menos básica que la arginina por lo que quizás pueda alterar la capacidad del enzima de unir sustratos o de catalizar reacciones químicas (Taiz y Zeiger, 2006).

Cada mes se sacaban tres plantas, una planta por cada unidad experimental, cabe resaltar que tres unidades experimentales correspondían a un mes.

Figura 1. Muestra el crecimiento de 3 semanas.



Las plantas eran lavadas con agua manualmente desde las hojas hasta la raíz, posteriormente se lavaban con hipoclorito de sodio al 1% en agua y después se eliminó el exceso de hipoclorito con agua estéril.

Se llevaron a cabo las mediciones de las variables detalladamente para cada planta y las variables a considerar fueron:

Se midió la longitud de toda la planta es decir, donde empezaba las hojas hasta donde terminaba el cuello de la raíz.

Se midió la longitud del follaje y el peso del mismo. También se midió la longitud de la raíz, vainas y se obtuvo el diámetro de cada nódulo.

Figura 2. Muestra la medición de vainas.



Se contabilizo por separado:

- (N° h): el total de hojas por cada planta.
- (N° f): el total de flores por cada planta.
- (N° n): el total de nódulos por cada planta.
- (N° v): el total de vainas por cada planta.
- (N° s): el total de semilla por vaina.

Se pesó por separado:

- Hojas: todas las hojas por cada planta.
- Flores: todas las flores por cada planta e individualmente.
- Tallo delgado: todos los tallos delgados por cada planta.
- Tallo grueso: todos los tallos gruesos por cada planta.
- Raíz: la raíz completa por cada planta.
- Vaina: el total de vaina por cada planta e individualmente
- Semilla: el total de semilla por vaina e individualmente.

Preparación de la muestra:

Extracción: Se pesó 1 gramo de muestra molida, se hizo por triplicado para: hoja, tallo delgado, tallo grueso, raíz, vaina y semilla.

La muestra se colocó en tubos ependors donde se le agrego 10 ml de agua destilada, se agito por 10 minutos al cabo de los cuales se centrifugo por 10 minutos a 2000 rpm.

El sobrenadante fue extraído con un volumen igual de cloroformo y centrifugado por 10 minutos a 2000 rpm

Se hizo 2 veces la extracción con cloroformo, recuperando la fase acuosa en todos los casos.

El extracto obtenido fue refrigerado para su posterior utilización en la determinación de canavanina por HPLC. (Concepción M. et al., 1999)

Materiales:

- Flexometro
- Vernier: calibrador digital caliper marca surtek de acero inoxidable, importado por urrea, herramientas profesionales S.A. de C.V.
- Molino Eléctrico.
- Vaso de precipitado de 1000 ml
- tubos de ensayo y tubos ependors
- Cuchillo
- Espátula

Reactivos:

- Cloroformo
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio

CAPITULO IX

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- Revisión bibliográfica: consultas de libros, artículos científicos, consulta de internet.
- Preparación del cultivo: se tomaron las semillas y se realizaron pruebas de viabilidad, luego se tomó la unidad experimental en los cuales se llenó de tierra de la cual también se realizó una prueba para la absorción, luego se colocaron las unidades experimentales en un lugar específico en la cual previamente se limpiaron y se marcaron con banderas de colores.
- Siembra del cultivo: después del resultado de viabilidad se tomaron las semillas y se llevaron para colocarlos en unidades experimentales para su siembra y riego de la misma.
- Mantenimiento del cultivo: se mantuvo en constante riego, se observaba constantemente para el control de plaga, crecimiento, poda y limpieza de la maleza.
- Medición de variable: las variables que se medirán son: de crecimiento, concentración de canavanina.
- Análisis de datos se hizo por medio del programa de ststgraphic con la prueba de tukey al 95% de P.

CAPITULO X

RESULTADOS

Análisis de las variables de crecimiento

El análisis estadístico para la variable diámetro del nódulo se muestra en la fig. 3.

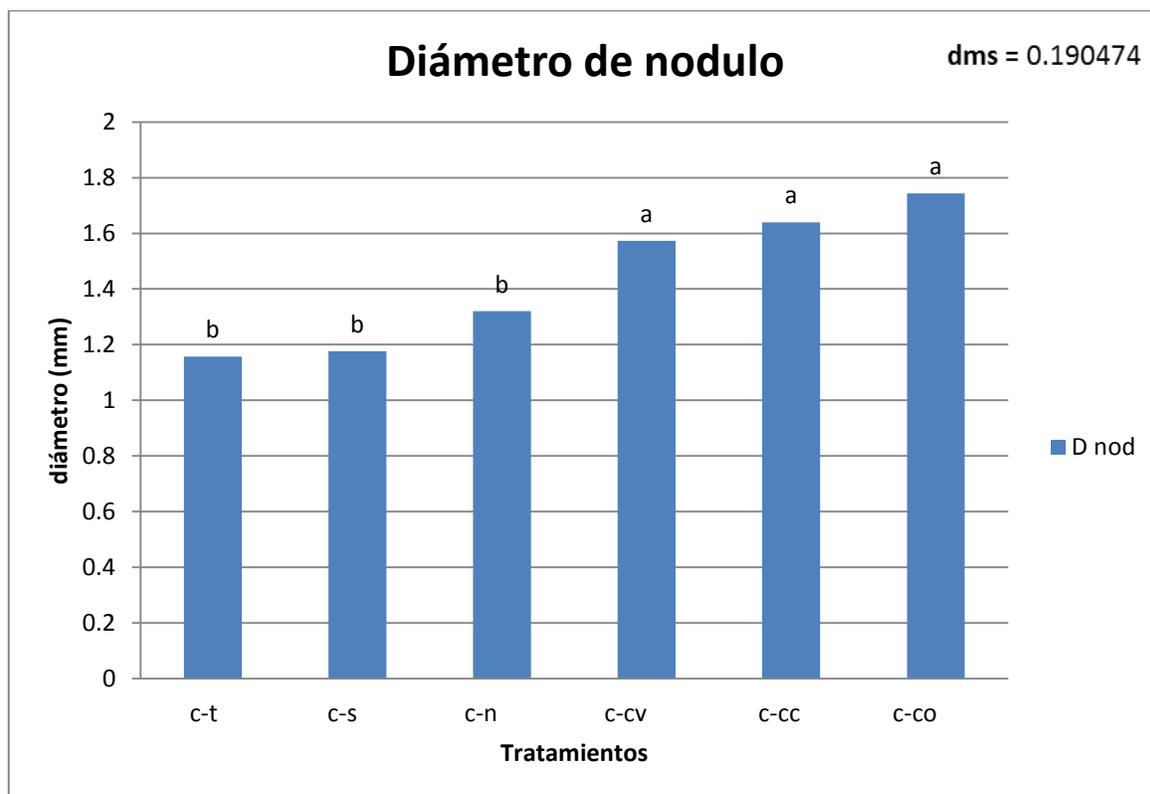


Figura 3. Muestra el análisis estadístico para la variable del diámetro del nódulo, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa

El análisis estadístico de la variable del diámetro de nódulo en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento veinte, ciento cincuenta y ciento ochenta dde, con respecto a las plantas de treinta sesenta y noventa dde.

El análisis estadístico para la variable diámetro del tallo se muestra en la fig. 4.

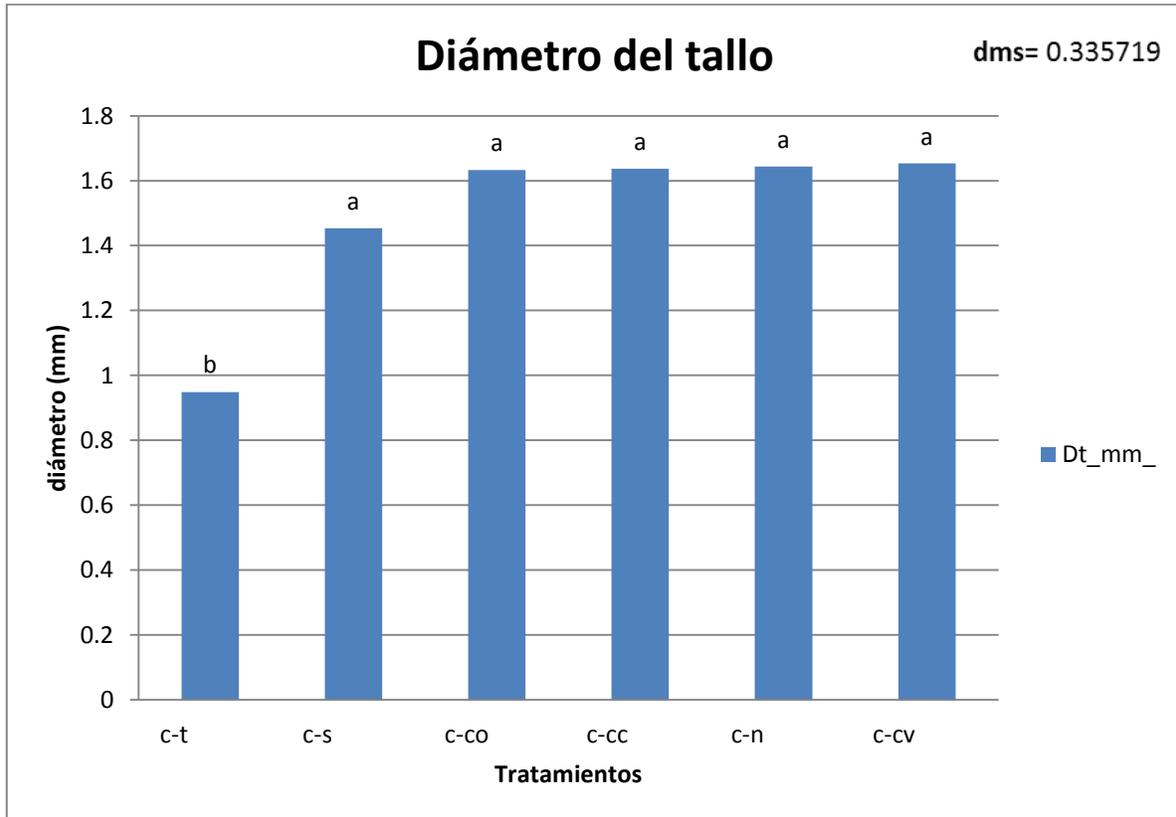


Figura 4. Muestra el análisis estadístico para el diámetro del tallo según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa

El análisis estadístico de la variable del diámetro del tallo en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de setenta, ciento ochenta, ciento cincuenta, noventa y ciento veinte dde, con respecto a la planta de treinta dde.

El análisis estadístico para la variable longitud del follaje se muestra en la fig. 5.

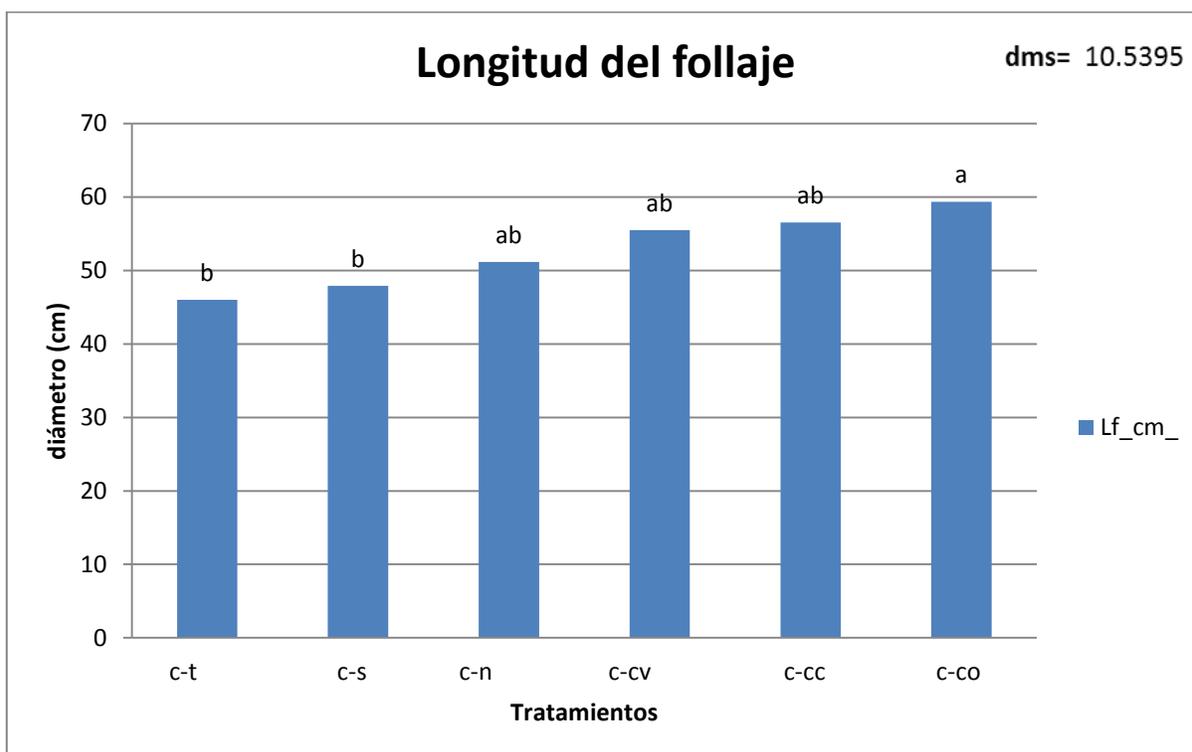


Figura 5. Muestra el análisis estadístico para la variable de longitud del follaje, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa

El análisis estadístico de la variable de longitud del follaje en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento ochenta dde, con respecto a las plantas de sesenta y treinta dde.

El análisis estadístico para la variable longitud de la planta se muestra en la fig. 6.

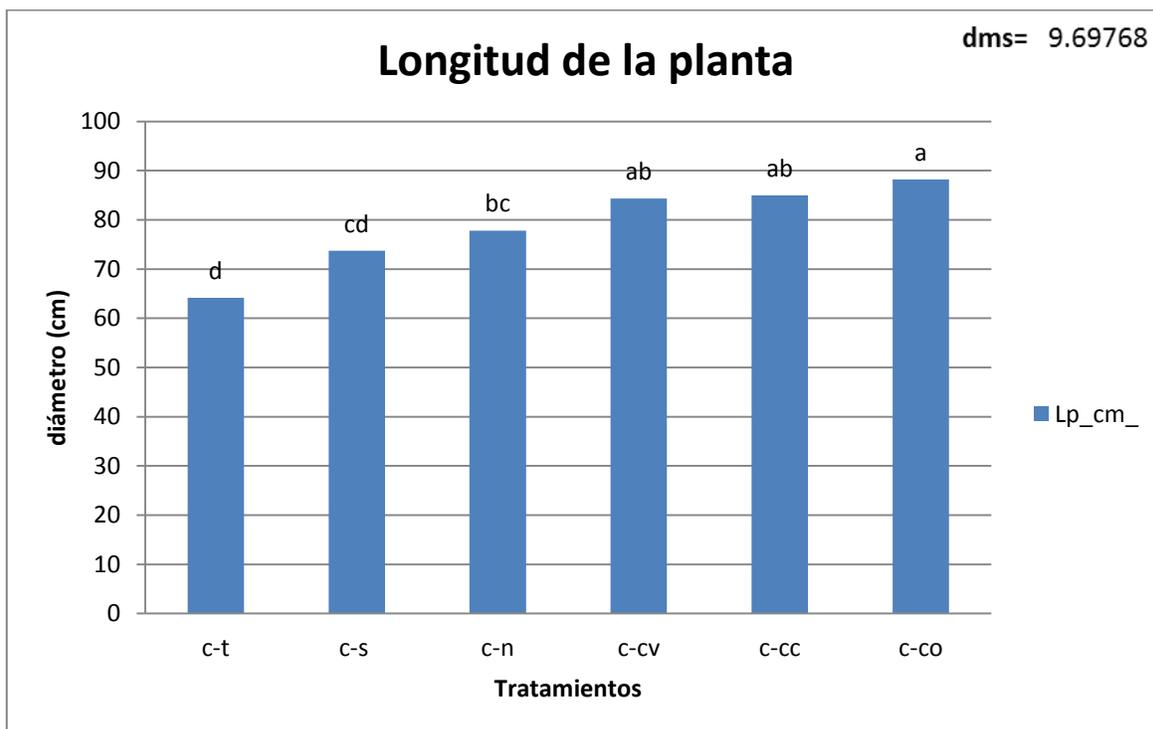


Figura 6. Muestra el análisis estadístico para la variable de longitud de la planta, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa

El análisis estadístico de la variable de longitud en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre la planta de ciento ochenta dde, con respecto a las plantas de noventa, sesenta y treinta dde.

El análisis estadístico para la variable longitud de la raíz se muestra en la fig. 7.

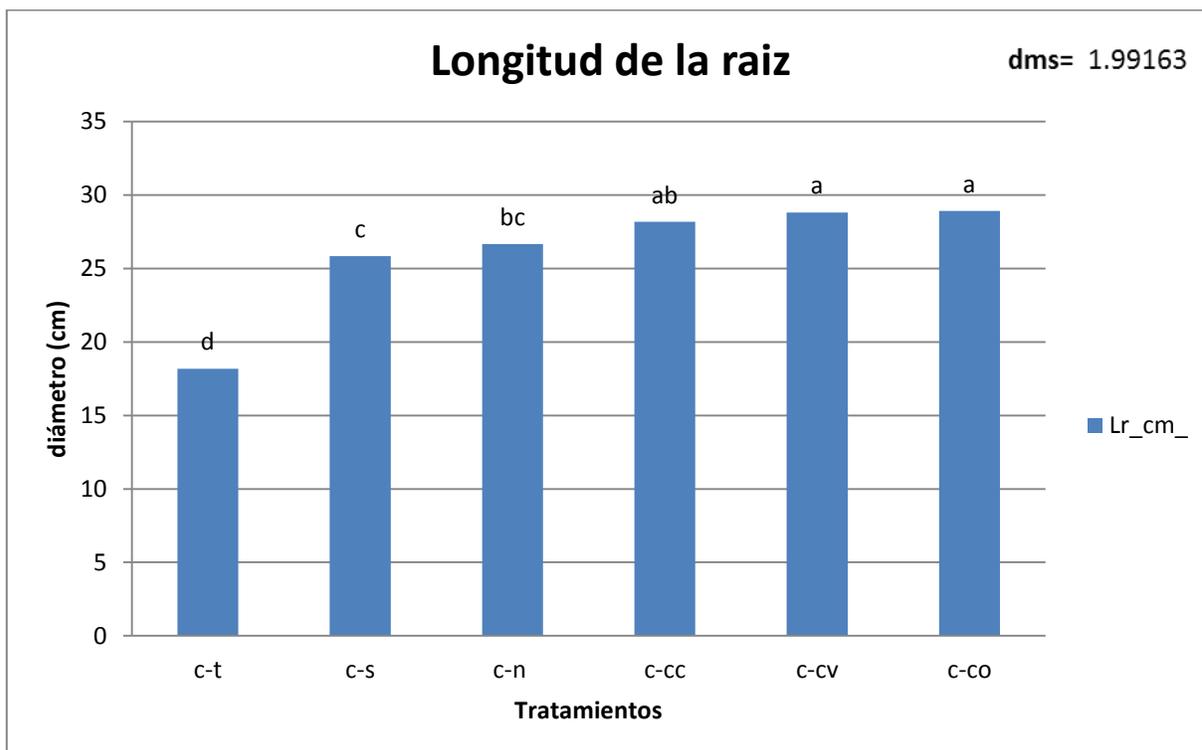


Figura 7. Muestra el análisis estadístico para la variable de longitud de la raíz, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable de longitud de la raíz en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento ochenta, ciento veinte dde, con respecto a las plantas de noventa, setenta y treinta dde.

El análisis estadístico para la variable número de semillas se muestra en la fig. 8.

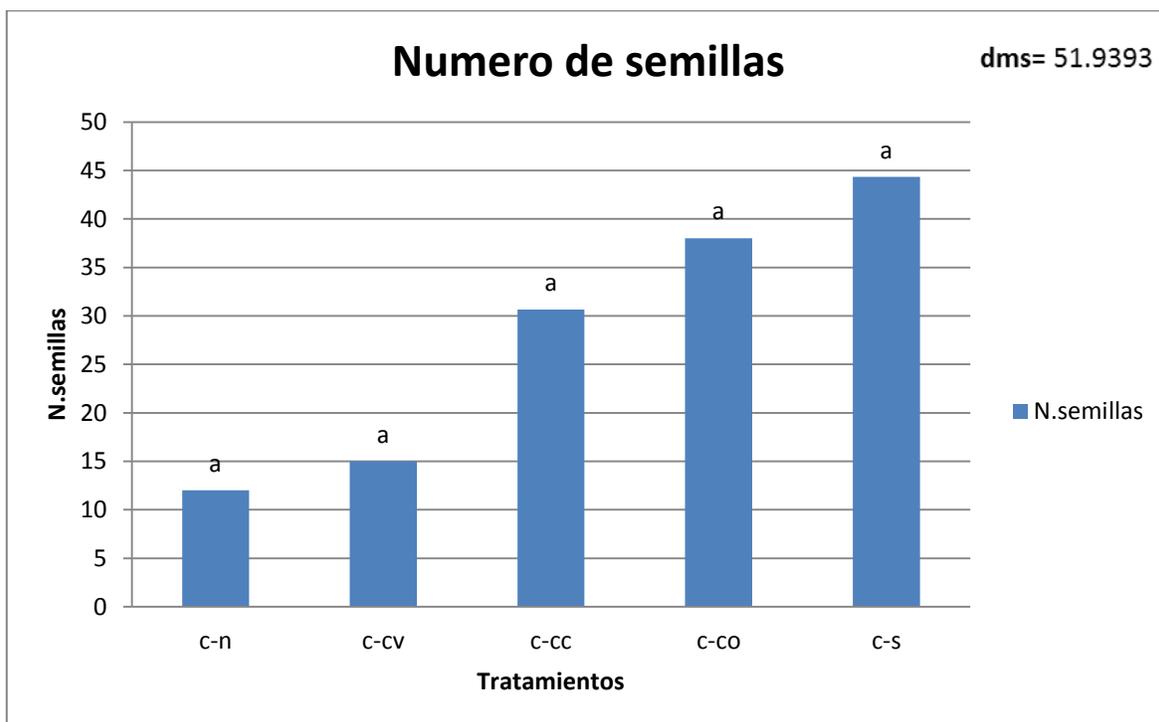


Figura 8. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de semillas, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de semillas en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable número de semilla por vaina se muestra en la fig. 9.

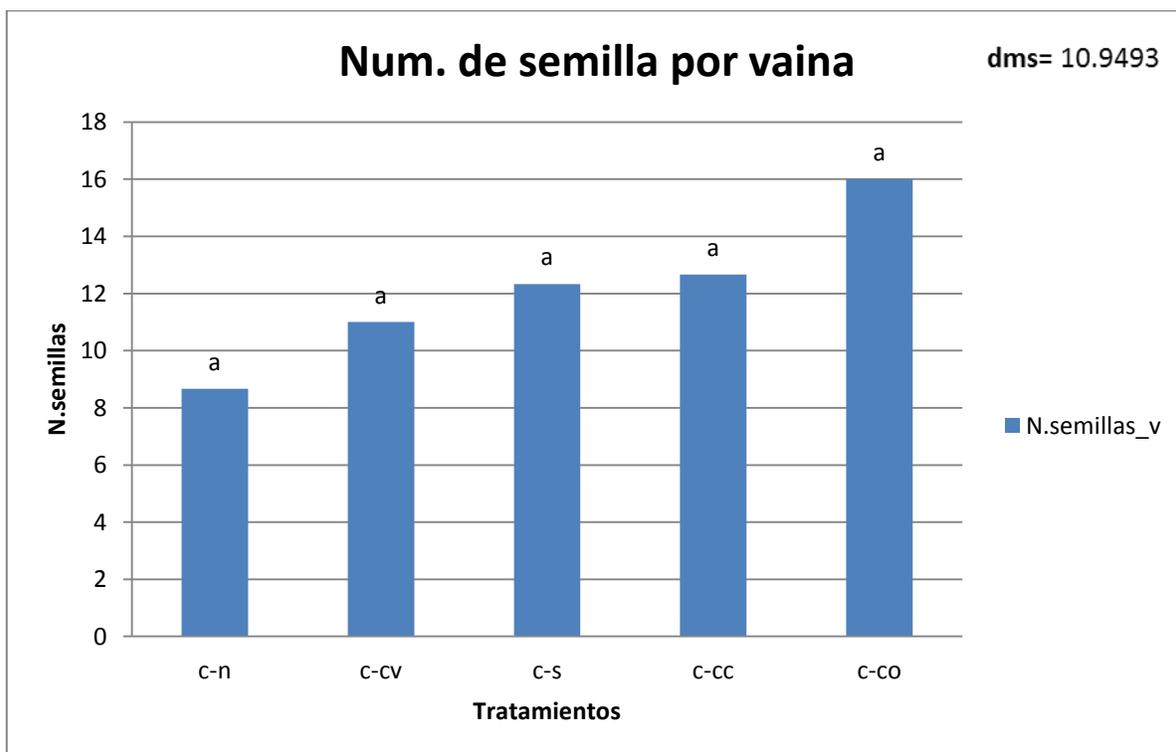


Figura 9. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de semillas por vainas, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de semillas entre vainas en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable número de flores se muestra en la fig. 10.

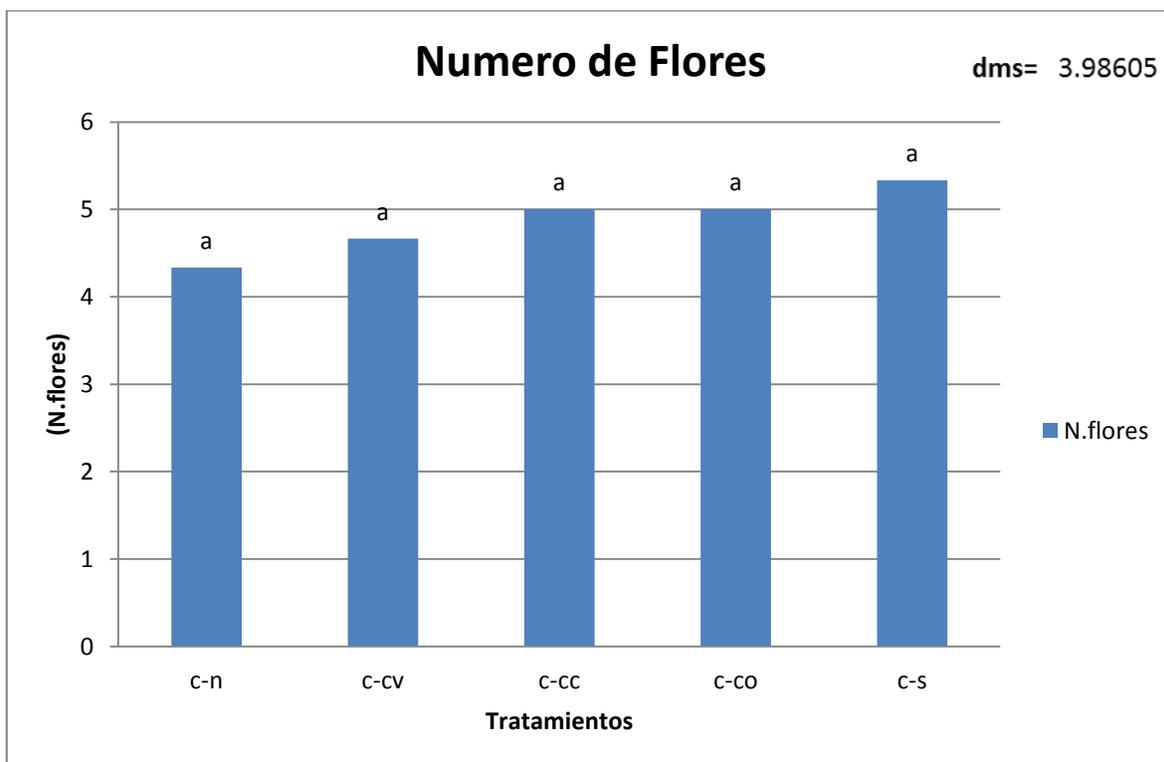


Figura 10. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de flores, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de flores en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable número de hojas se muestra en la fig. 11.

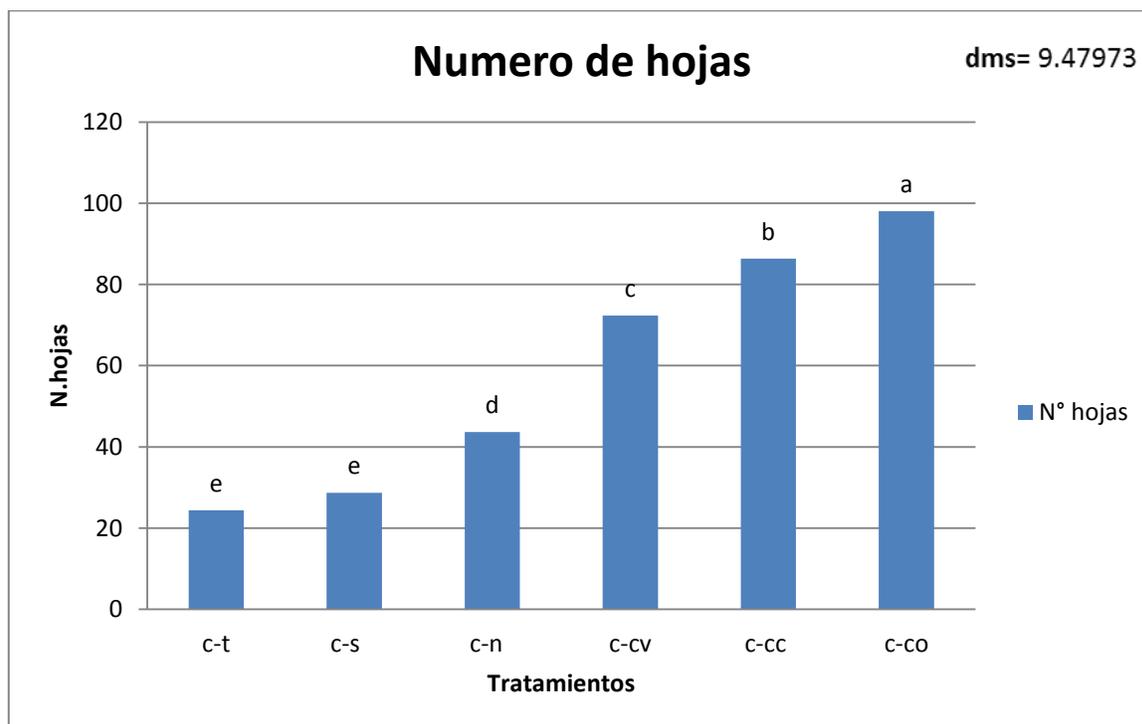


Figura 11. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de hojas, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de hojas en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre la planta de ciento ochenta dde, con respecto a todos los demás tratamientos.

El análisis estadístico para la variable número de nódulos se muestra en la fig. 12.

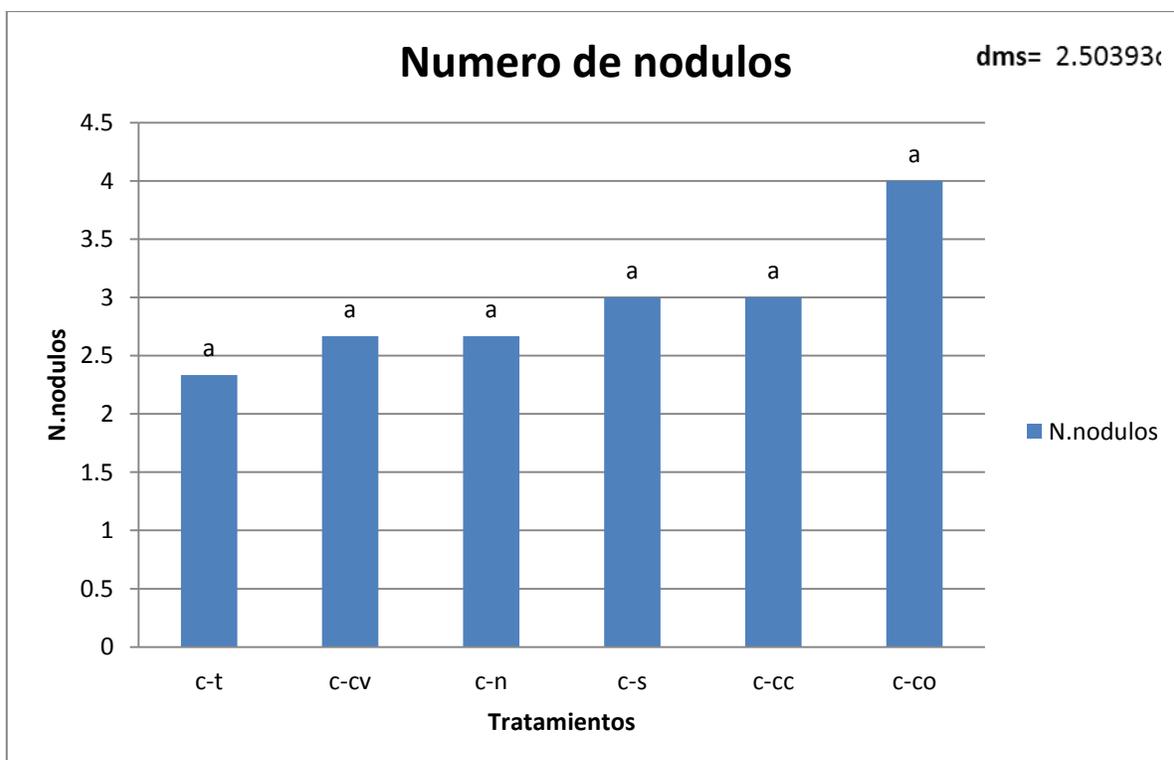


Figura 12. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de nódulos, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de nódulos en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable número de vainas se muestra en la fig. 13.

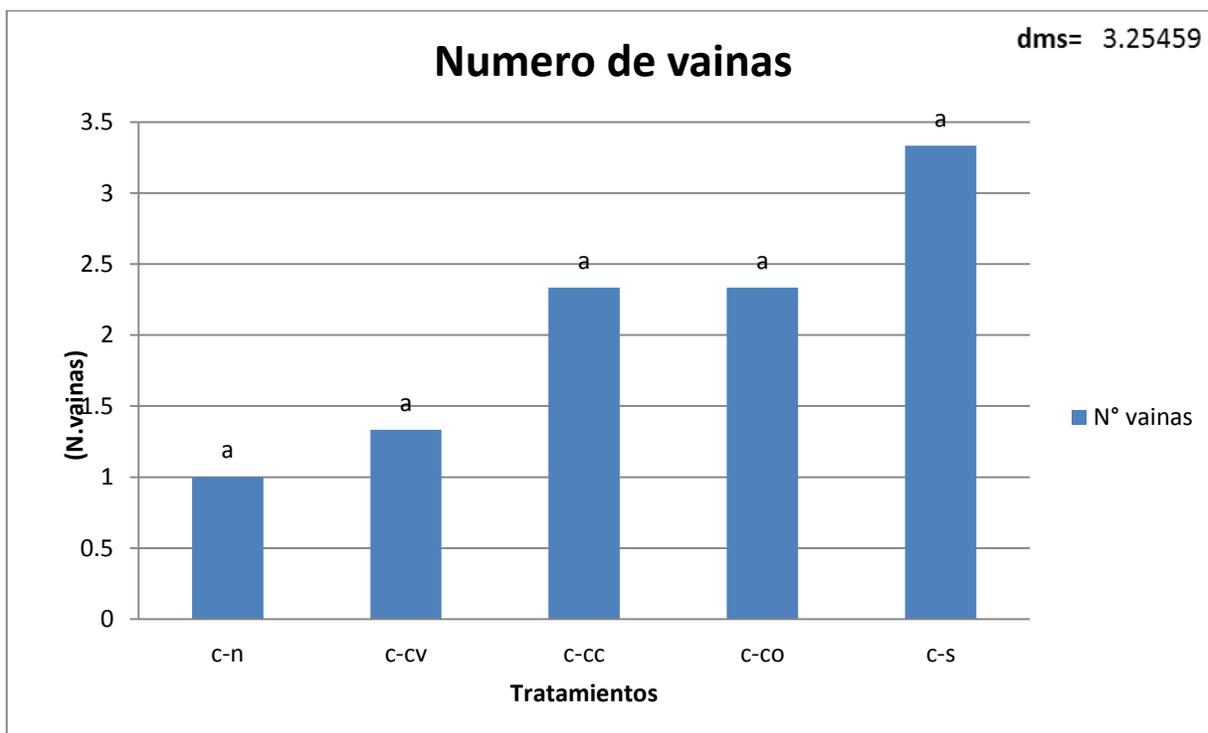


Figura 13. Muestra el análisis estadístico para la variable del número de vainas, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del número de vainas en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable peso del nódulo se muestra en la fig. 14.

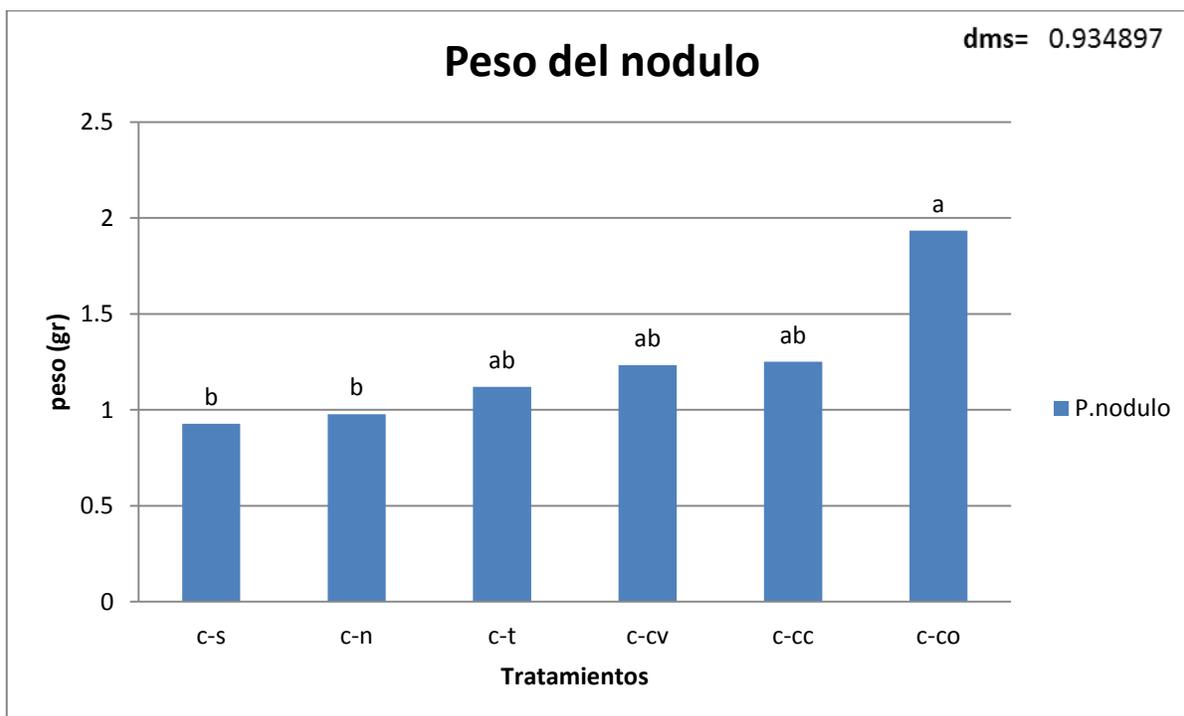


Figura 14. Muestra el análisis estadístico para la variable del peso del nódulo, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable de peso del nódulo en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento ochenta dde, con respecto a la planta de noventa y setenta dde.

El análisis estadístico para la variable peso del follaje se muestra en la fig. 15.

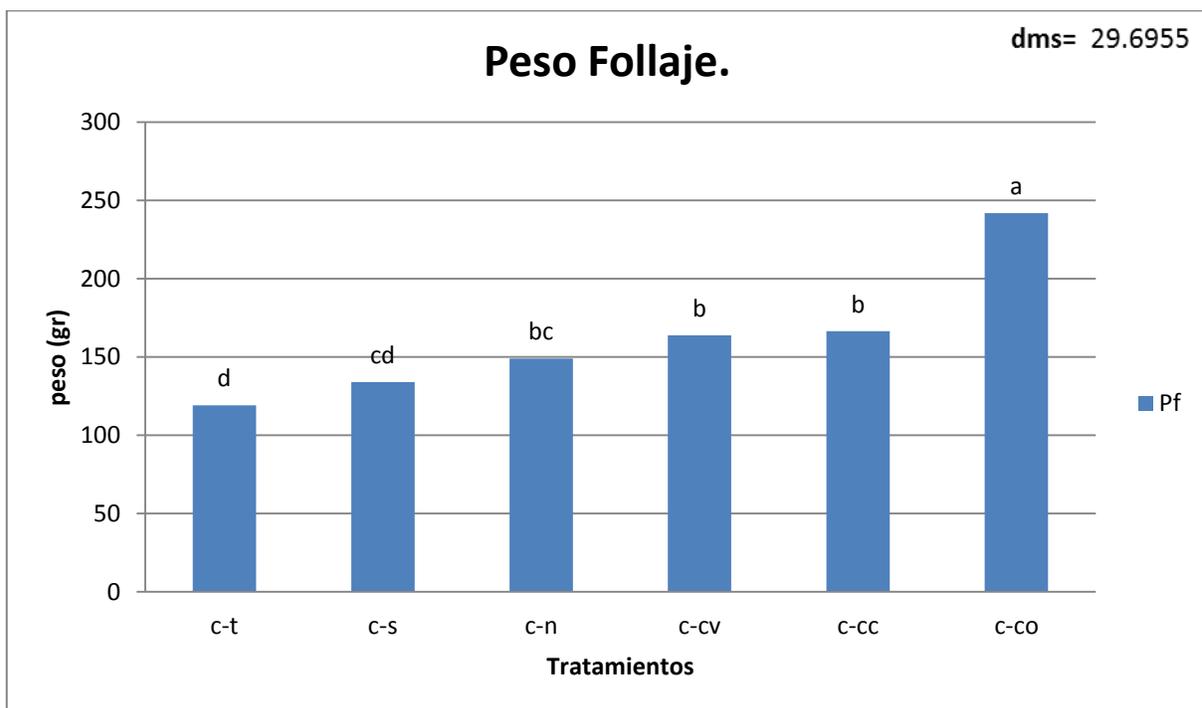


Figura 15. Muestra el análisis estadístico para la variable del peso del follaje, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del peso del follaje en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre la planta de ciento ochenta dde, con respecto a todos los demás tratamientos.

El análisis estadístico para la variable peso de la planta se muestra en la fig. 16.

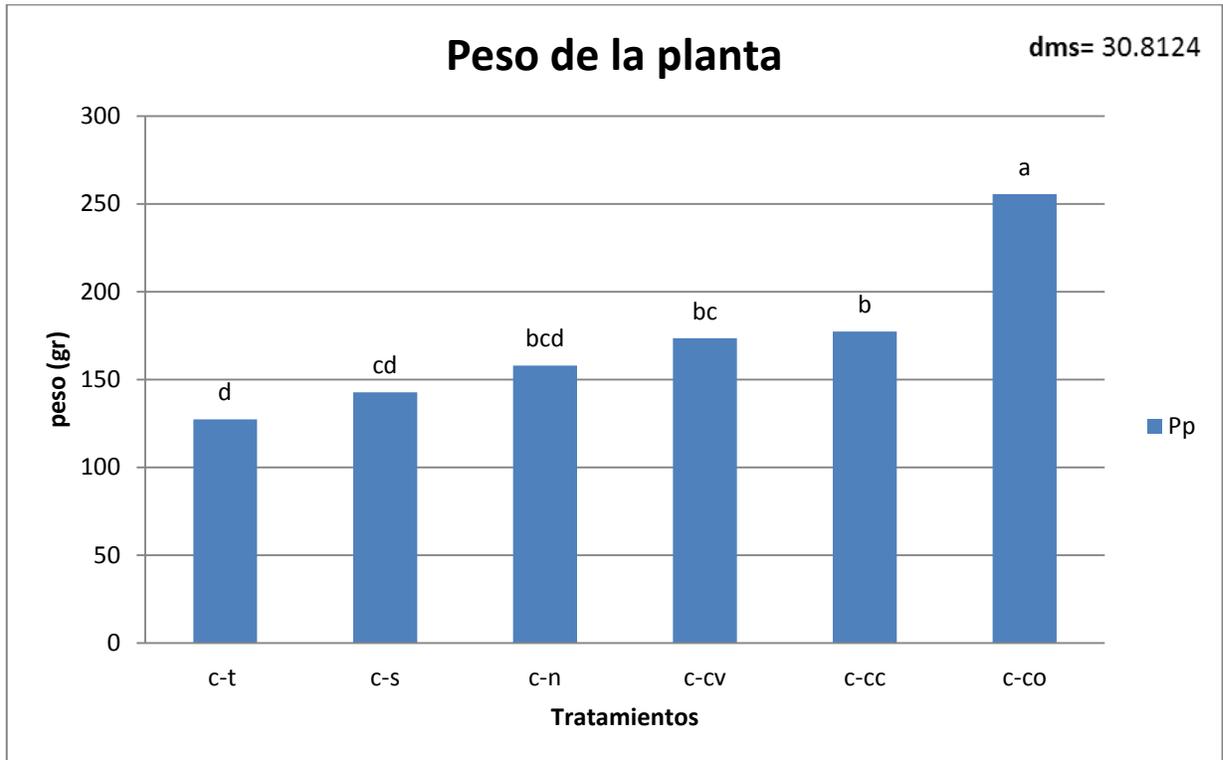


Figura 16. Muestra el análisis estadístico para la variable del peso de la planta, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del peso de la planta de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento ochenta dde, con respecto a todos los demás tratamientos.

El análisis estadístico para la variable peso de la raíz se muestra en la fig.17.

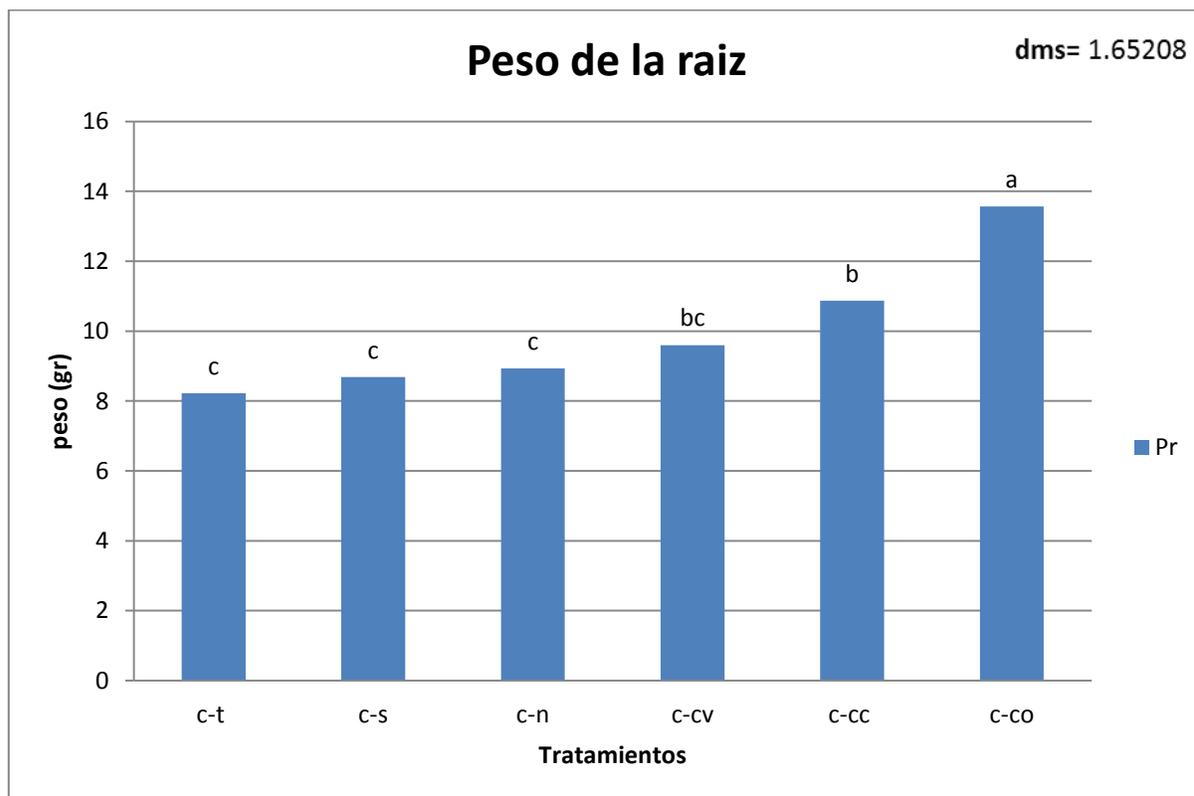


Figura 17. Muestra el análisis estadístico para la variable de peso de la raíz, según el programa de ststgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del peso de la raíz en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro diferencia significativa entre las plantas de ciento ochenta dde, con respecto a todos los demás tratamientos.

El análisis estadístico para la variable peso de la semilla se muestra en la fig. 18.

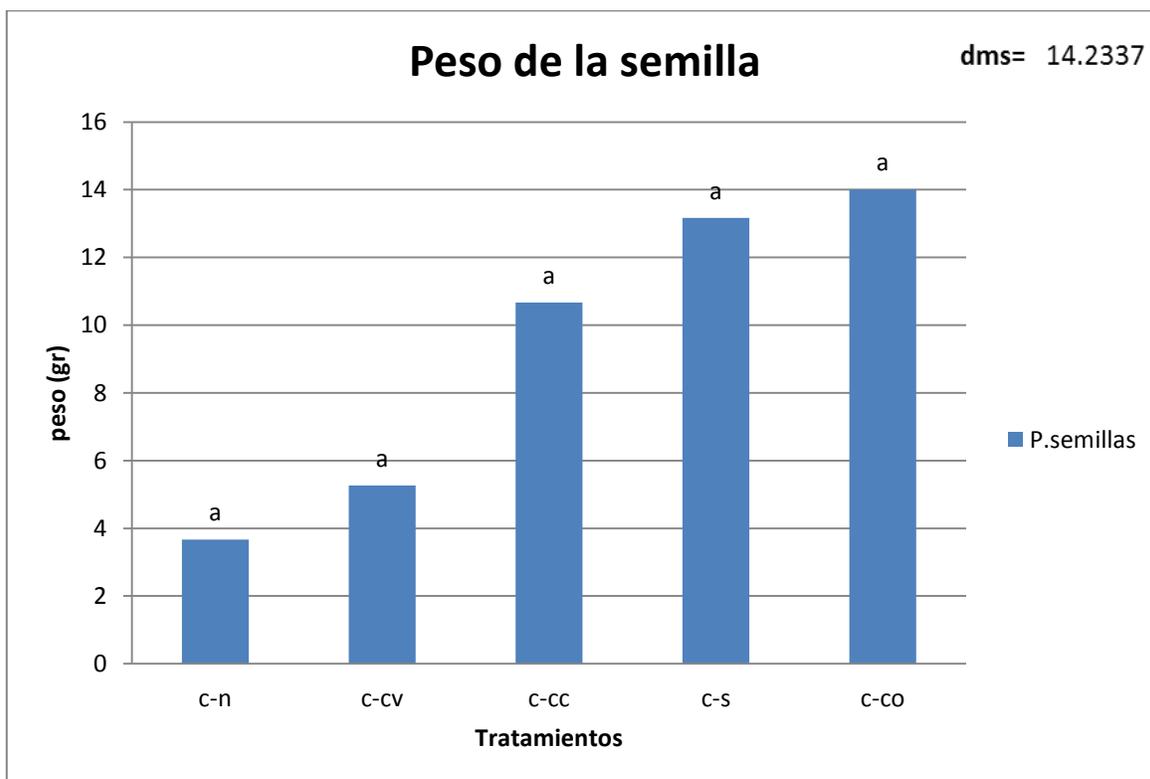


Figura 18. Muestra el análisis estadístico para la variable del peso de la semilla, según el programa de statgraphic con la prueba de Tukey al 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

El análisis estadístico de la variable del peso de la semilla en las plantas de *Canavalia ensiformis*, mostro que no hubo diferencia significativa.

CAPITULO XI

DISCUSIÓN

En el presente estudio encontramos los resultados siguientes en las diferentes variables en el cultivo de la planta de *Canavalia ensiformis*:

Longitud del follaje: En los 180 días después de la emergencia, el follaje mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 22% al 14% que las plantas de 30 y 60 días dde. Es posible a que conforme va creciendo la planta va desarrollando mayor follaje, la gráfica muestra que hay un crecimiento constante.

Longitud de la planta: En los 180 días después de la emergencia, la longitud de la planta mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 27.3% al 11.8% que las plantas de 30, 60 y 90 días dde. Esto se debe a que la planta tiene un crecimiento constante hasta la medición.

Longitud de la raíz: En los 180 días después de la emergencia la longitud de la raíz mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 37% al 8% que las plantas de 30,60 y 90 días dde. Se observó que la planta tiene un crecimiento constante en la raíz y en el follaje.

Analizando los resultados de las variables de crecimiento podemos compararlos con los resultados que se hicieron para el crecimiento de *Canavalia ensiformis*:

Lara, et al., 1997 indica que para la altura de las plantas de *Canavalia ensiformis* existieron diferencias significativas desde los 10 dds, incrementándose a los 20 y 30 dds, alcanzando mayor crecimiento bajo ausencia de cyperus logrando a los 40 dds, los 108 cm de altura; en contraste con la velocidad de cyperus cuya máxima altura fue del 82.9 cm. Lo cual indica que las plantas que se sembraron en ausencia de cyperus mostraron mayor eficiencia en el crecimiento en relación aquellas plantas que se sembraron en presencia de esta planta. De acuerdo a lo anterior se afirma con un 96% y 97% que la variabilidad del peso de las plantas es explicada por la época de muestreo.

Torrealba, et al., 1998 realizo un estudio relacionado con la acidez del suelo y su efecto sobre el crecimiento de la *Canavalia ensiformis*, los análisis de varianza efectuados a la variables altura de la planta, longitud de la raíz principal y superficie radical revelan diferencias altamente significativas entre los tratamientos con unos coeficientes de variación relativamente bajos 2.79% para la altura de la planta; 3.07% para la superficie radical y 6.60% para la longitud de la raíz principal, en solución nutritiva se consideraron 6 factores: aluminio, fosforo, calcio, hierro, magnesio y pH, con 3 niveles cada uno pero sin incluir las interacciones. El pH 6.5 es el más adecuado para el desarrollo de la *Canavalia ensiformis* y los más bajos 4.0 y 5.5, afectaron el crecimiento de la planta. El aluminio disminuyo la altura de la planta, la longitud de la raíz principal, la actividad de las raíces y el peso seco, tanto de la parte aérea como de la parte radical.

Diámetro del nódulo: En los 180 días después de la emergencia los nódulos mostraron que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 30% al 23% que las plantas de 30, 60 y 90 días dde. Es posible que esto se deba a que la simbiosis se está llevando a cabo entre la planta y el microorganismo formador del nódulo (Rhizobium) permanece por más tiempo, los nódulos crecen conforme más tengan nitrógeno.

Diámetro del tallo: Se observó en el experimento que a partir de los 60 días después de la emergencia hasta los 180 días no mostraron diferencia significativa sin embargo estos mostraron diferencia significativa con respecto a las plantas con 30 días de crecimiento.

Sueico G. et al., 2011. Analizando la variable de nodulación, dice que el efecto de las aplicaciones sobre la altura de la planta se encontró que hubo un aumento con diferencias estadísticas con el control en todas las evaluaciones de altura realizadas, alcanzando mayor proporción las tratadas con Rhizobium, lo cual puede ser debido a la fijación de nitrógeno que realiza este microorganismo a partir de la formación de nódulos en sus raíces, concentrándose altas cantidades de nitrógeno en sus tejidos. Los resultados obtenidos (32.28-49.02) están dentro de los parámetros encontrados por otros investigadores.

Pliego L. et al., 2003. Dice que el crecimiento de la planta resulta favorecido, los resultados obtenidos indican que existe una relación entre la actividad de la nitrogenasa y nitrato reductasa en el nódulo, además aplicaciones tempranas de dosis bajas de KNO_3 , etapa en la que la planta no está aún en posibilidades de beneficiarse del N_2 que procede de la fijación simbiótica, favorecen el desarrollo del nódulo, la fijación del nitrógeno y la actividad nitrato reductasa. La contribución de la actividad NRn en la relación del NO_3^- fue considerable. Las leguminosas tienen la posibilidad de beneficiarse del nitrógeno (NO_3^-) del suelo y del procedente de la fijación biológica del nitrógeno

Numero de hojas: En los 180 días después de la emergencia el número de hojas mostraron que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 75.52% al 55.11% que a los de 30, 60 y 90 dde. Esto nos demuestra que mes con mes la planta desarrollo mayor cantidad de hojas.

Peso del nódulo: En los 180 días después de la emergencia el peso del nódulo mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 52.3% al 41.97% que las de 30, 60 y 90 dde. Es posible que se deba a la necesidad y al aumento de microorganismos captadores de nitrógeno en la raíz de la planta.

Peso del follaje: En los 180 días después de la emergencia la planta mostro diferencia significativa del follaje con respecto a todos las demás tratamientos esto se debe a que los 180 días la planta tenia mayor número de hojas, hubo un crecimiento del 51% al 38%.

Peso de la planta: En los 180 días después de la emergencia el peso de la planta mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 44% al 30% que las de 30, 60 y 90 dde. Esto se debe a que tanto el follaje como la raíz en la planta tienen un desarrollo constante hasta estos días.

Peso de la raíz: En los 180 días después de la emergencia el peso de la raíz mostro que a los 180 días hubo un crecimiento mayor que fue del 40.75% al 33.34% que los de 30, 60 y 90 dde. Hasta la fecha la planta tiene un desarrollo constante.

Marín ch. D, 1996, nuestros análisis de las variables de rendimiento obtenidos son similares, donde dice que la producción de granos por planta, el rendimiento en granos no se encontró diferencia significativa en la producción por planta en *Canavalia ensiformis* pura o asociada, salvo a los 65 DDS ($t= 6.94$; $p < 0.01$). No se encontraron diferencias fenológicas atribuibles a los tratamientos considerables con excepción del mayor porcentaje de frutos llenos cosechados verdes en la *Canavalia ensiformis* pura, lo cual se relaciona con el mayor sombreado debido a un mayor IAF de este último componente.

Los cambios en el área foliar promedio por planta; en este caso los valores fueron estadísticamente superiores para la *Canavalia ensiformis* (0.01). La mayor tasa de crecimiento del área foliar en la C. ensiformis asociada ocurrió entre los 60 y 70 DDS.

CAPITULO XII

CONCLUSIÓN

La planta de *Canavalia ensiformis* muestra según los resultados obtenidos, hasta los 180 días que duro este experimento muestra un crecimiento constante y el follaje a estos días tubo una diferencia del 51% al 38% por lo que podría ser un sustituto alimenticio para el ganado muy proveniente siempre y cuando pudiésemos eliminar el toxico canavanina que contiene.

CAPITULO XIII

BIBLIOGRÁFIA

Alemán R., y Flores M. 1993. Algunos datos sobre *Canavalia ensiformis*. [www.Cidicco.Hn/archivos/pdf/ Inftecnico 10.pdf](http://www.Cidicco.Hn/archivos/pdf/Inftecnico10.pdf). Cidicco. Honduras.

Beyra A., Reyes G., Hernández L. y Herrera P. 2004. Botánica, Cuba. Revisión taxonómica.

Binder U., 1997. Manual de Leguminosas. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, CIDICCO. Nicaragua. 528 páginas.

Concepción M., Capetillo L., Reyes R. R. y Sandoval C. 1999. Determinación de *L-canavanina* por cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa y por colorimetría. Rev. Biomed, Yucatán México. Vol.10, pp. 17-22.

Duke J. A. 1981., Hand book of legumes of world economic importance. Plenum. N. Y. USA. pp. 345.

D' Mello J., Acamovic T. and Walker A. 1985. Nutritive value of jack beans (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) for young chicks. Trop. Agric. (Trinidad), 62 (2): 145-150.

D' Mello J., Acamovic T. and Walker A. 1989. Nutritive value of jack beans (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) for young chicks: effects of amino acid supplementation. Trop. Agric. (Trinidad), 66 (3): 201-205.

D' Mello J. and Walker A. 1991. Detoxification of jackbeans (*canavalia ensiformis*): studies with young chicks. Animal feed science and technology 33: 117-127.

Escobar A., Viera j., Dixon R., Mora M. y Parra R. 1984. *Canavalia ensiformis*: Una leguminosa para la producción animal en los trópicos IPA. Informe anual 87. pp. 131.

Jaffe W. 1973 Factors affecting the nutritional value of seeds. In: Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. Prot. Adv. Group. U.N. System. United Nations. N. USA. pp. 43

Johns T. 1994. Defense of nitrogen-rich seeds constrains selection for reduced toxicity during the domestication of the grain legumes. In advances in legume systematics parte 5: the nitrogen factor ed. J.I. sprent & D. Mckey. Kew: royal botanic Gardens. pp. 151-167.

Kessler M., Belmar R. and Ellis N. 1990. Effects of autoclaving on the nutritive value of the seeds of *Canavalia ensiformis* (jackbean) for chicks. Trop. Agric. (Trinidad), 67 (1): 16-20.

Lara F., Serrano L., Aguirre C. y Villatoro R. 1997. Efecto de coyolillo (*Perusrotundus*) sobre el crecimiento de *Canavalia ensiformis*. Nota técnica, Salvador. pp. 115-119.

León A., Picard M., Montilla J., Vargas R. y Parra R. 1987. Determinación de la energía metabolizable aparente y verdadera de los granos de *Canavalia ensiformis* crudos o extruidos. En: Informe anual IPA. Facultad de agronomía UCV. Maracay, Venezuela pp.43.

León A., Angulo I., Picard M., Carré B. and Derouet L., 1989. Proximate and amino acid composition of seeds of *canavalia ensiformis*. Toxicity of the kernel fraction for chicks. Ann. Zootech., 38: 209-218.

León A., Carré B., Larbier M., Lim F., Ladjali T. and Picard M. 1990. Amino acids and starch digestibility and true metabolizable energy content of raw and extruded jackbeans (*Canavalia ensiformis*) in adult cockerels. Ann. Zootech., 39: 53-61.

León A., Caffin J., Plassart M. and Picard M. 1991. Effect of concanavalin A from jackbean seed on short-term food intake regulation in chicks and laying hens. Animal Feed Science and Technology 32:279-311.

Lincoln R. J., Boxshal G. A. y Clark P. S. 1995. Evolución y Taxonomía. Diccionario de Ecología. Alba, México D. F. pp. 156.

Marín Ch. D. 1996. Rendimiento de granos e interceptación de radiación en una asociación *Canavalia ensiformis*-sorgo con siembra escalonada. Agronomía Trop, Venezuela. Vol. 46, pp. 129-154.

NRC. National Research Council. 1988. Nutrient requirements of swine. 9th, Rev.de. NCR, nutrient requirements of domestic animals, Washington, D.C.

Pliogo L., Ocaña A. y Lluch C. 2003. Crecimiento, fijación de nitrógeno, acumulación y asimilación de nitratos con dosis de nitrógeno en frijol. Redalyc, México. Vol. 21, Num.2, pp. 213-223.

Quispe, A. 1993. Estado actual de la información sobre recursos forestales y cambio en el uso de la tierra. Depósito de documento de la FAO. <http://www.fao.org/docrep/006/ad396s/AD396s10.htm>.

Saavedra J. 2009. *Canavalia ensiformis* pallar de los gentiles <http://misionrual.blogspot.mx/2009/10/Canavalia-ensiformis-pallar-de-los.html>. Perú. Cebem.

Saavedra J. 1995. *Canavalia ensiformis*, Misión Rural (Perú). No. 1 pp. 15.

Saver J. and Kaplan L. (1969). *Canavalia ensiformis* beans in American prehistory American Antiquity. Society for American Archaeology, USA. Vol.34, pp. 417-424.

Sueico G. A., Rodríguez P. M. y De la cruz M. S. 2011. Uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: una alternativa para la agricultura sostenible en saga la grande. Rev. Académica de eco, Villa clara. Núm. 159, pp. 14-18.

Taiz L. y Zeiger E. 2006. Estructura de la *Canavalia ensiformis*. Fisiología Vegetal. Vol. 2, pp. 556-557.

Torrealba T., Viera J. y Bravo P. 1998. Factores relacionados con la acidez del suelo y su efecto sobre el crecimiento de la *Canavalia ensiformis* L.D.C. Agronomía Trop, Republica Dominicana. Vol. 48, pp. 19-32.

Torres N. y Camilo J. 1987. Potencial del frijol *Canavalia ensiformis* en monocultivo e intercalado con café en zona central cafetera. Tesis, Colombia.

Tomle M. 1961. The ethnobotany of pre-columbian peruv. Viking found publication in antropology No. 30. Wenner-gren foundation for anthropological research.Inc. New York. USA.

Udedibie A. and Madubuike F. 1988. Effect of dietary raw and heat-treated jackbean (*Canavalia ensiformis*) on the performance of laying hens. Journal of Arid Agriculture 1:47-54.

Udedibie A. 1990. Nutritional evaluation of jack bean (*Canavalia ensiformis*) for the Nigerian poultry industry. AMBIO 19: 361-365.

Vargas E. y Coromoto M. 2004. Utilización de la *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. Zootécnica Tropical, Venezuela. Vol. 22, pp. 71-86.

Van der Poel A., Mollee P., Huisman J. and Liener L. 1990. Variations among species of animals in response to the feeding of heat-processed beans (*Phaseolus vulgaris* L.).1. Bean processing and effects on growth, digestibility and organ weights in piglets. Livest. Prod. Sci., 25: 121-135.

Viera J. y Ramis C. 1983. Búsqueda de variabilidad genética en el Género *Canavalia*. IPA. Informe anual 81. pp. 28.

Vierma C. y Montilla J. 1984. Harina de granos de *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento: Efecto de la extracción alcohólica y autoclavado. IPA. Informe anual 83. pp. 41.

Wolff I. A. and Kwolex W. 1971. Lipids of the leguminase in: J.B. harbore D. Boulter & B.L. Turner Eds. Chemotaxonomy of the leguminosae. Acad. Press. London-New York. pp. 231-255.