



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

INFORME

DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CANAVALLA EN INVERNADERO (VAINAS Y SEMILLAS)”

DESARROLLADO POR

CHI AGUILAR JUDITH ELIUD

08270310

ASESOR

DR. JOAQUIN ADOLFO MONTES MOLINA

REVISORES

DRA. ROCÍO MEZA GORDILLO
ING. JAVIER RAMIREZ DIAZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, junio del 2014

INDICE

CAPITULO 1.-INTRODUCCION	5
CAPITULO 2.-OBJETIVOS	7
2.1 OBJETIVO GENERAL	7
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	7
CAPITULO 3.- JUSTIFICACION.....	7
CAPITULO 4.- CARACTERIZACION DEL AREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO	8
4.1 MISIÓN	8
4.2 VISIÓN.....	8
4.3 VALORES	8
4.4 UBICACIÓN	8
CAPITULO 5.- PROBLEMAS A RESOLVER	9
CAPITULO 6.- ALCANCES Y LIMITACIONES	9
CAPITULO 7.- FUNDAMENTO TEORICO.....	10
7.1 ESPECIES.....	10
7.1.2 NOMBRES COMUNES	11
7.1.3 USOS POTENCIALES	11
7.1.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES	11
7.1.5 DESCRIPCIÓN	11
7.1.6 ZONA AGROECOLÓGICA.....	12
7.1.7 USOS	12
7.1.8 TOXICIDAD	13
7.1.9 SIEMBRA.....	13
7.2 CICLO.....	13
7.2.1 RENDIMIENTO DE SEMILLA.....	14
7.2.2 PRODUCCIÓN DE BIOMASA	14
7.2.3 FIJACIÓN DE NITRÓGENO	14
7.2.4 VALOR NUTRICIONAL	14
7.2.5 ADAPTACIÓN	14
7.2.6 ESTABLECIMIENTO	14
7.2.7 MANEJO	15
7.2.8 PRODUCTIVIDAD, CALIDAD DE SUELO Y ANIMAL.....	15
7.2.9 PRODUCCIÓN DE SEMILLA	15
7.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	16
7.3.1 EXIGENCIAS DEL CLIMA Y SUELO	17
7.3.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES	17
7.3.3 ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	17
7.3.4 ABONO VERDE	18
7.3.5 FIJACIÓN DE NITRÓGENO	19
7.3.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS GRANOS DE CANAVALIA	19
7.3.7 PRINCIPALES FACTORES ANTINUTRICIONALES PRESENTES EN LA CANAVALIA	25
7.3.7 L-CANAVANINA	28
CAPITULO 8.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	30
8.1 REVISIÓN DE INSUMOS	30
8.1.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO (INVERNADERO)	32

8.1.3 PREPARACIÓN DE RECIPIENTES DE PVC	32
8.1.4 SIEMBRA.....	33
8.1.5 RIEGO.....	33
8.1.6 MONITOREO	33
8.1.7 TOMA DE MUESTRAS	34
8.1.8 LAVADO	35
8.1.9 MEDICIONES, CONTEO Y PESADO	35
8.2 RESGUARDO DE MATERIAL	36
8.2.1 DATOS DE ESTUDIO	36
8.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	36
CAPITULO 9.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
CAPITULO 10.- CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	44
CAPITULO 11.- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	pág.
1	Especies de canavalia	10
2	Clasificación científica <i>canavalia ensiformis</i>	11
3	Zona agroecológica en que se desarrolla, <i>Canavalia ensiformis</i>	12
4	Características de <i>Canavalia</i>	16
5	Etapas de desarrollo de la <i>canavalia</i>	17
6	Composición química de los granos de <i>canavalia</i> según varios autores	22
7	Contenido de aminoácidos (g/100 g.MS) para granos de <i>canavalia</i> y otros granos leguminosos	23
8	Contenido de aminoácidos (g/16 g.N.) para granos de <i>canavalia</i> y otros granos leguminosos	24
9	Efecto del autoclavado sobre el valor nutricional de la de granos de <i>canavalia</i> en pollos en crecimiento	28
10	Lista de materiales y reactivos	31

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	pág.
1	Micro localización del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez	9
2	Estructura química del aminoácido esencial arginina y los aminoácidos tóxicos L-canavanina e indospicina las diferencias estructurales se muestran en rojo	30
3	Área de cultivo	32
4	Preparación de Recipientes	32
5	Siembra <i>Canavalia Ensiformis</i>	33
6	Germinación de la planta de Canavalia	34
7	Muestreo De <i>Canavalia Ensiformis</i>	34
8	Extracción y lavado de la planta de Canavalia	35
9	Conteo, medición y Pesado de la planta Canavalia	36
10	Análisis estadístico para la variable del número de semillas por vainas	38
11	Análisis estadístico para la variable del número de flores	39
12	Análisis estadístico para la variable del número de semillas	40
13	Análisis estadístico para la variable del número de vainas	41
14	Análisis estadístico para la variable de peso de vainas	42
15	Análisis estadístico para la variable del peso de semillas	43

CAPITULO 1.-INTRODUCCION

La canavalia (*Canavalia ensiformis*. L.) es una especie autóctona de América central y del Caribe. Produce una vaina plana, recta en forma de cimitarra que está considerada entre las más grandes de todas las leguminosas domesticadas. Las semillas son de color blanco, de las cuales pueden aprovecharse sus granos para la alimentación de humanos y animales debido a su alto contenido proteico, a su habilidad para desarrollarse en áreas marginadas tropicales y por su contenido proteico que oscila entre 27 y 32%(FAO, 1994). Además presentan la ventaja de poder mejorar la fertilidad de los suelos en lo relativo al nitrógeno a través del proceso conocido como fijación simbiótica (Meléndez, 1997).

Canavalia ensiformis (L.) DC es una leguminosa que fue domesticada en México y Arizona (Sauer y Kaplan, 1969) en tiempos prehistóricos, y en la actualidad sus semillas se utilizan ocasionalmente para el consumo humano y animal (Jaffe, 1973). A pesar de la interesante composición nutricional de estas semillas, su uso en la alimentación humana se ha visto limitada por su contenido de factores nutricionales como la canavanina (aminoácido no proteico análogo de la arginina capaz de bloquear la unión argRNAt) y la concavalina A del grupo de las lecitinas, proteínas o glicoproteínas de origen no inmune, fijadoras de carbohidratos con capacidad para aglutinar células y precipitar glicoconjugados (Hernández et al., 1999).

La L-canavanina, ácido 2-amino-4(guanidinooxi) butírico, es un análogo estructural de la L-arginina sintetizado por una diversidad de plantas leguminosas incluyendo a la *canavalia ensiformis* (canavalia). Se ha identificado a la concavalina A (una proteína lectina utilizada en biotecnología) y a la canavanina (un análogo estructural de la arginina) como los factores antinutricionales de mayor importancia por lo que la

mayoría de los procesos de destoxificación se han enfocado hacia estos. (León et al, 1991).

A pesar del efecto tóxico de la canavanina contenida en la canavalia, este frijol es una fuente potencial de proteína y energía para los animales (D'Mello, 1985), 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.

La técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en la determinación de canavanina es una técnica precisa y muy costosa.

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 (4) y OPA (o-ftaldialdehído) (Weissberger y Armstrong, 1984) y (Acamovic y D'Mello,1990), 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 fluorometría, 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 (Knecht y Chang, 1986).

El objetivo del presente trabajo final es desarrollar un método para medir la concentración de L-canavanina por cromatografía líquida en fase reversa utilizando DABS-Cl como agente de derivación.

CAPITULO 2.-OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la producción y el tiempo de cosecha del cultivo de canavalia (*Canavalia ensiformis*. L.) en invernadero (vainas y semillas).

2.2 Objetivo Específico

Evaluar la producción de número de flores, frutos (Nº) y semillas (Nº y peso) en el cultivo de canavalia (*Canavalia ensiformis*. L.).

CAPITULO 3.- JUSTIFICACION

Las leguminosas de grano constituyen un potencial considerable para la alimentación animal en los trópicos. La *Canavalia ensiformis* (canavalia), la cual destaca por su adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas y agronómicas. Es una planta de crecimiento rápido con alta producción de forraje y granos con un buen contenido proteico. La semilla puede contener hasta 32% de proteína cruda y su producción puede ser tan alta como 4600 Kg/Ha. Sin embargo, como la mayoría de las leguminosas en grano presenta algunos factores antinutricionales (FAN) que limitan su utilización en forma cruda en la alimentación de animales no rumiantes. Los principales FAN son la Concanavalina A y la canavanina.

Hay poca información científica sobre la planta de canavalia por lo que el presente estudio tiene como objetivo: Evaluar el rendimiento del cultivo de canavalia en invernadero (vainas y semillas), para conocer su rendimiento y los tiempos en que la producción se lleva a cabo.

CAPITULO 4.- CARACTERIZACION DEL AREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO

4.1 Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

4.2 Visión

Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnología del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

4.3 Valores

- El ser humano
- El espíritu de servicio
- El liderazgo
- El trabajo en equipo
- La calidad
- El alto desempeño
- Respeto al medio ambiente

4.4 Ubicación

El proyecto se realizó en el Invernadero del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, laboratorio de ambiental, laboratorio de microbiología. Carretera Panamericana Km. 1080 s/n (Tuxtla Gutiérrez) C.P. 29050. Coordenadas del lugar de experimento: 16°45'24"N 93°10'21"W

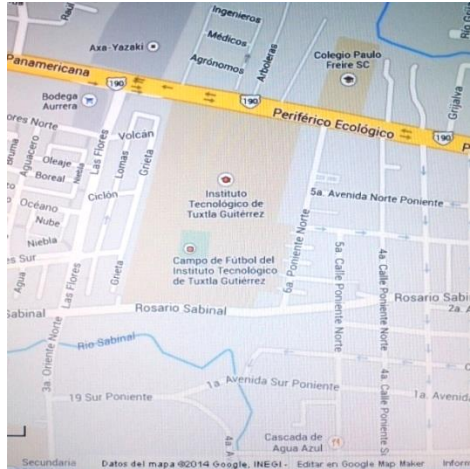


Fig. 1 micro localización del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

CAPITULO 5.- PROBLEMAS A RESOLVER

Tener mayor información sobre el cultivo primeramente, para después desarrollar investigaciones futuras para conocer la etapa fisiológica en la que se empieza a generar la canavanina en vainas y semillas y con esto poder recomendar al productor la época de corte para su utilización como forraje.

CAPITULO 6.- ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

- conocer las variables fisiológicas de cosecha de vainas y semillas para recomendarlo como cultivo reformador de suelo.

Limitaciones:

- Falta de reactivos para la determinación de concentración de canavanina por no llegar el presupuesto a tiempo.
- Que el cultivo sufra daños debido a los cambios climáticos
- Reactivos que ya no estén en el mercado.

CAPITULO 7.- FUNDAMENTO TEORICO

Canavalia es un género de plantas con flores con 137 especies perteneciente a la familia Fabaceae (González, 2011.)

7.1 Especies

Cuadro 1. Especies de canavalia

<i>Canavalia acuminata</i> Rose	<i>Canavalia makahaensis</i> St. John
<i>Canavalia africana</i> Dunn	<i>Canavalia mattogrossensis</i> (Barb. Rodr.) Malme
<i>Canavalia altipendula</i> (Piper) Standl.	<i>Canavalia matudae</i> J.D. Sauer
<i>Canavalia aurita</i> J.D. Sauer	<i>Canavalia microsperma</i> Urb.
<i>Canavalia bicarinata</i> Standl.	<i>Canavalia mollis</i> Wight & Arn.
<i>Canavalia boliviana</i> Piper	<i>Canavalia molokaiensis</i> – Moloka'i Jack-bean
<i>Canavalia bonariensis</i> Lindl.	<i>Canavalia munroi</i> (O. & I.Deg.) St. John
<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth. (2007) –	<i>Canavalia napaliensis</i> – Mākaha Valley Jack-bean
<i>Canavalia campylocarpa</i> Piper	<i>Canavalia nitida</i> (Cav.) Piper
<i>Canavalia cathartica</i> Thouars	<i>Canavalia nualoloensis</i> St. John
<i>Canavalia centralis</i> St. John	<i>Canavalia obidensis</i> Ducke
<i>Canavalia concinna</i> J.D.Sauer	<i>Canavalia oxyphylla</i> Standl. & L.O. Williams
<i>Canavalia dictyota</i> Piper – disputed	<i>Canavalia palmeri</i> (Piper) Standl.
<i>Canavalia dolichothyrsa</i> G.P. Lewis	<i>Canavalia papuana</i> Merr. & L.M. Perry
<i>Canavalia dura</i> J.D. Sauer	<i>Canavalia parviflora</i> Benth.
<i>Canavalia ensiformis</i> – feijão-de-porco	<i>Canavalia peninsularis</i> St. John
<i>Canavalia eurycarpa</i> Piper	<i>Canavalia picta</i> Benth.
<i>Canavalia forbesii</i> St. John	<i>Canavalia piperi</i> Killip & J.F. Macbr.
<i>Canavalia galeata</i> (Gaud.) Vogel	<i>Canavalia plagiosperma</i> Piper
<i>Canavalia glabra</i> (M. Martens & Galeotti) J.D.Sauer	<i>Canavalia pubescens</i> – Lavafield Jack-bean
<i>Canavalia gladiata</i> – Sword Bean	<i>Canavalia raiateensis</i> J.W. Moore
<i>Canavalia grandiflora</i> Benth.	<i>Canavalia ramosii</i> J.D. Sauer
<i>Canavalia haleakalaensis</i> St. John	<i>Canavalia regalis</i> Piper & Dunn
<i>Canavalia hawaiiensis</i> O. & I.Deg. & J.D.Sauer	<i>Canavalia rockii</i> St. John
<i>Canavalia hirsutissima</i> J.D. Sauer	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.
<i>Canavalia iaoensis</i> St. John	<i>Canavalia rutilans</i> DC. – disputed
<i>Canavalia kauaiensis</i> J.D.Sauer	<i>Canavalia sanguinea</i> St. John
<i>Canavalia kauensis</i> St. John	<i>Canavalia saueri</i> Fantz
<i>Canavalia lineata</i> (Thunb.) DC.	<i>Canavalia septentrionalis</i> J.D. Sauer
<i>Canavalia macrobotrys</i> Merr.	<i>Canavalia sericea</i> A. Gray
<i>Canavalia macropleura</i> Piper	<i>Canavalia sericophylla</i> Ducke
<i>Canavalia madagascariensis</i> J.D.Sauer	<i>Canavalia stenophylla</i> St. John
	<i>Canavalia villosa</i> Benth.

Fuente: Wikipedia 2013

Cuadro 2. Clasificación científica *canavalia ensiformis*

Clasificación científica

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

Fuente: Wikipedia 2013

7.1.2 Nombres comunes

Canavalia, frijol burro, frijol de playa, frijol de vaca, frijolon, frijol machete, haba blanca, judía sable, haba de burro, frijol de puerco (Pittier, 1944, Mora, 1983, Miranda y Medina, 1983; Jaramillo, 1987)

7.1.3 Usos potenciales

Abono verde, cobertura, insecticida (hormigas, zampopas, babosa).

7.1.4 Consideraciones especiales

Toxicidad; tolerante a sequía, sombra, inundaciones moderadas y suelos salinos.

7.1.5 Descripción

Puede llegar a tener una altura entre 0.6-1m, con raíces pivotantes, tallos poco ramificados, glabros, de color púrpura, hasta 10 m de largo, volviéndose duros en la madurez; hojas trifoliadas, folíolos grandes, ovados a elíptico-ovados, muy acuminados en el ápice, hasta 20 x 10 cm, verdes oscuros, de color brillante, venas marcadas; inflorescencia hasta 30 cm de largo con 10-20 flores en abultamientos; flores grandes de 2,5 cm de largo, de color violáceo, rosado o blanco con la base roja, cáliz tubuloso con los

dientes muy desiguales, estandarte hasta 2.8 cm de largo, quilla recurvada hacia arriba; fruto hasta 30 x 3,5 cm, ensiforme, aplastado, algo recurvado, rostrado, con 2 ó 3 costillas longitudinales cerca de la sutura superior, indehiscente; semillas 12-20, oblongas a redondas, algo aplastadas, 21 x 15 x 10 mm, lisas, blancas con un hilo largo de color café rodeado de una zona color castaño (CIDICCO, 2004).

7.1.6 Zona Agroecológica

Cuadro 3.- Zona agroecológica en que se desarrolla, *Canavalia ensiformis*

Fuente: CIDICCO, 2004

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	...quemadura
			Excelente	moderada	buen	

7.1.7 Usos

Los granos poseen una alta proporción de aminoácidos esenciales, a excepción de triptófano. Se comen cuando están maduros y las vainas y semillas inmaduras, al igual que las hojas que se consumen como verdura. Además, se puede incorporar en la dieta humana en forma de harina, pastas y galletas. En todos los casos, hay que asegurar un procesamiento adecuado para reducir riesgos de intoxicación. También se usa en productos farmacéuticos. Es una fuente industrial de lecitinas y ureasa. El efecto hematoaglutinante de la concanavalina A es utilizado para la caracterización de tipos de sangre en humanos. La ureasa es una enzima termolábil que cataliza la hidrólisis de la urea. Se extrae de las semillas con el propósito de usarla en laboratorios analíticos como reactivo para determinar las concentraciones de urea. La semilla actúa como repelente muy eficaz para el control de babosas (*Sarasinula plebeia*). Las hojas

controlan los zompopos (*Atta sp.*, *Acromyrmex sp.*) matando al hondo alimenticio que ellos cultivan. (CIDICCO, 2004)

7.1.8 Toxicidad

Las semillas contienen factores antinutricionales, 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. (CIDICCO, 2004).

7.1.9 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) (CIDICCO, 2004).

7.2 Ciclo

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

7.2.1 Rendimiento de semilla

800 - 1300 kg/ha

7.2.2 Producción de Biomasa

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

7.2.3 Fijación de Nitrógeno

114 lbs/mz de N

7.2.4 Valor Nutricional

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

(Binder, U. 1997), (Monegat, 1991).

7.2.5 Adaptación

Crece bien hasta una altura de 900 m.s.n.m, precipitación alrededor de 900 - 1200 mm (Peters et al., 2003). Según Binder, 1997, citado por CIDICCO, 2004; crece en suelos pobres y con poco contenido de P; pH 4.5-7.8 (opt. 5.0-7.0); textura arenosa a arcillosa. Es tolerante al exceso de aluminio y manganeso. No soporta salinidad.).

7.2.6 Establecimiento

Germinación rápida de 2 a 3 días. Para abono verde/cobertura se siembra en surcos de 50 cm de distancia y 20 cm dentro del surco (150 – 180 kg/ha). Asociado con cultivos 4 plantas/m² (65 – 70kg/ha). Para producción de semillas se siembra en surcos de 1 m de distancia y 20 cm entre plantas (65 – 100 kg/ha). Profundidad de siembra 2 – 5 cm y escarificada. (CIDICCO. 1993.)

7.2.7 Manejo

El manejo depende del uso. Necesita un buen control de malezas durante el establecimiento

7.2.8 Productividad, calidad de suelo y animal

Produce de 3 – 7 t de MS/ha por año. Proteína cruda en el follaje de 13 – 21 %, y digestibilidad de 62 %. La alta productividad de biomasa incorporada como abono verde mejora la calidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos. (Peters et al, 2003)

7.2.9 Producción de semilla

Produce de 0.8 – 4 t semilla /ha (Peters et al., 2003)

Cuadro 4.- Características de Canavalia (Peters et al, 2003)

Canavalia Ensiformis- canavalia

Familia:	Leguminosa
Ciclo vegetativo:	Anual a perenne
Adaptación pH:	4.3 a 8.0
Fertilidad del suelo:	Baja
Drenaje:	Tolera moderadamente inundaciones
m.s.n.m.:	0 – 900 m
Precipitación:	900 – 1200 mm
Densidad de siembra:	Para abono verde y cobertura 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas (150 – 180 kg/ha) Asociado con cultivo 4 plantas/m ² (65 – 70kg/ha). Para producción de semillas 1m entre surcos y 20 cm entre plantas (65 – 100 kg/ha).
Profundidad de siembra:	2 – 5 cm, escarificada
Valor nutritivo:	Proteína en el follaje 13 – 21 %
Utilización:	Abono verde, cobertura, insecticida (hormigas, babosa)

7.3 Características generales

La canavalia es una leguminosa rustica, anual o bianual de crecimiento inicial relativamente rápido, resistentes a altas temperaturas y a la sequía; tolera el sombreadamiento parcial. (Quirós et al, 1996)

Las etapas de desarrollo se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Etapas de desarrollo de la canavalia (Quirós et al, 1996)

FENOLOGIA

Siembra	0 días
Germinación	4-6 días
Emergencia	7 días
1er. Trifolio	20 días
2do. Trifolio	22 días
Inicio floración	65-70 días
50% floración	72-77 días
Inicio de llenado de vaina	86-92 días
Inicio de maduración de vaina	150-160 días
Cosecha	180-190 días

7.3.1 Exigencias del clima y suelo

Es una planta de clima tropical y subtropical. No soporta heladas fuertes. Se adapta tanto a suelos arcillosos como arenosos; inclusive aquellos suelos con bajos niveles de fósforo. (Quirós et al, 1996)

7.3.2 Plagas y Enfermedades

La canavalia puede sufrir ataque de Diabroticas (*Diabrotica sp*), sin embargo presenta excelente capacidad de recuperación. Puede ser hospedera de la mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) y transmisora del virus del Mosaico Dorado del frijol (VMDF). (Quirós et al, 1996)

7.3.3 Alimentación Animal

Las vainas y las semillas tiernas son comestibles y el grano se utiliza para alimentación de cerdos y aves.

En la alimentación animal se propuso que se diera toda a la vaina y la semilla de ganado vacuno, se comprobó que la harina no era palatable pero que el ganado se lo comía si se le agregaba 18 litros de maleza a cada tonelada de harina de canavalia (Skerman, et, al, 1991)

Canavalia ensiformis es poco apetecible por el ganado, a no ser que este seco. La semilla es una fuente valiosa de proteína y energía ya que es almacenadora de almidón.

Según Whyte et, al (1995) en trabajos realizados encontró que en forraje de canavalia solo es apetecible cuando está seco y, debido a su toxicidad hay que tener cuidado cuando se alimenta al ganado con forraje verde, esto es debido a sus componentes cianogénicos y aminoácidos tóxicos como canavanina y cananina (Duke,1981, mencionado por gallegos y otros.1996) Considerado como un cultivo de futuro y una alternativa en la alimentación animal por su contenido de proteína, el porcentaje de digestibilidad y su rango de adaptabilidad a diversos tipos de suelos, climas y alturas(Jaramillo, 1987).

7.3.4 Abono Verde

El abono verde aumenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, eleva el contenido del nitrógeno, reduce las pérdidas del nitrógeno por lavado del suelo influye favorablemente sobre el fosforo en la relación suelo-planta, favorece la aireación del suelo. (Espinosa, 1976).

Resiste sequias, encharcamientos, altamente resistente a plagas y enfermedades. Induce cambios favorables en las propiedades químicas del suelo, por ejemplo aumento en la capacidad de intercambio catiónico.

Por su alto porcentaje de cobertura y amplia capacidad exploratoria de su sistema radicular induce cambios en las propiedades físicas; aumento en la capacidad de retención de agua, evita el lavado, la escorrentía y lixiviación, mejora la textura y estructura del suelo. (Vitti, G.C.1979)

7.3.5 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 *Canavalia ensiformis* es mayor a aquella de especies como *Mucuna* (152kg/ha), *Cajanus cajan* (229kg/ha) y *Pueraria* (116kg/ ha). (Lathwell Douglas J.; 1990).

7.3.6 Composición química de los granos de canavalia

Se han realizado varios estudios donde se ha caracterizado el análisis proximal de los granos crudos de canavalia. En el Cuadro 6 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 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. Sin embargo, en relación al contenido de proteína cruda, Lucas et al. (1988) señalan que los granos de canavalia presentan un 25.43% del nitrógeno total en forma de nitrógeno no proteico, por lo tanto se hace necesario determinar el contenido de proteína verdadera y el de aminoácidos no proteicos que se encuentren presentes.

El principal aminoácido no proteico de la canavalia es la canavanina. Tomando en cuenta este señalamiento León et al (1989) indican que el contenido de proteína útil de la canavalia 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 (Wiseman y Cole, 1988), 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 deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cistina), y en triptófano, siendo ricas en lisina (Van der Poel et al, 1990).

En relación a la composición de la proteína de la canavalia en términos de aminoácidos, en los Cuadros 7 y 8 se observa una comparación con otros granos leguminosos (soya, Vicia faba y *Phaseolus vulgaris*) expresando la composición en g: 1100 g.MS y g/16 g.N. Para la canavalia se muestran valores según varios autores y un valor promedio para compararlo con las otras leguminosas. Se nota que la canavalia 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 canavalia, 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 canavalia 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 canavalia 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 canavalia cruda de 2395 a 2771 Kcal/Kg.MS, y valores de 2990 a 3209 Kcal/Kg.MS para canavalia extruida, señalando que el tratamiento térmico mejora el valor energético de los granos en un rango comprendido entre 400 y 600 Kcal/Kg.MS. (León et al. 1990).

Cuadro 6. Composición química de los granos de canavalia según varios autores

COMPONENTE	FUENTE					
	(1)	(2)		(3)	(4)	(5)
Materia seca (%)% en base seca:	-	-		86,50	-	-
Pc(Nx6.25)	29.50	30.81		26.90	31-30	29.50
Extracto Eléreo	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 pared celular	-	-		46.10	35.70	-
Insoluble agua	-	-		-	20.10	-
Polisacáridos no almidón	-	-		-	1.60	-
Solubles en agua	-	-		-	1.40	-
Sacarosa	-	-		-	1.40	-
Calcio	0.12	0.14		0.17	-	0.12
Fosforo	0.42	0.31		0.36	-	0.42
Potasio	-	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) Belmar y Ellis (1984); (2) D' Mello et al. (1985); (3) Bressani et al. (1987); (4) León et al. (1989); (5) Kessler et al. (1990).

Cuadro 7. Contenido de aminoácidos (g/100 g.MS) para granos de canavalia y otros granos leguminosos

Fuente Aminoácidos	Canavalia	
		Otros

							S	V	P
	1	2	3	4	5	x	6	7	7
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
Cistina	0.30	-	0.17	0.23	0.33	0.22	-	0.23	0.24
Triptófano	-	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	-
Isoleucina	0.97	1.69	1.12	1.02	1.10	1.17	1.93	1.0	-
Leucina	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. glutámico	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. Belmar y Ellis (1984)
2. Bressani et al (1987)
3. D`Mello et al (1988)
4. León et al (1989)
5. Kessler et al (1989)
6. Myer y Froseth (1993)
7. NCR (1988)

Cuadro 8. Contenido de aminoácidos (g/16 g de N.) para granos de canavalia y otros granos leguminosos

Fuente canavalia Aminoácidos	Otros									
		s	v	P						
	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	
Cistina	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	-	
Isoleucina	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. Glutámico		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) Belmar y Ellis (1984); (2) D' Mello et al. (1985);
 (3) Bressani et al. (1987); (4) León et al. (1989);
 (5) Kessler et al (1990) (6) Myer y Froseth (1983); (7) NR.C (1988)

Por lo tanto, de acuerdo a su composición química y valor energético, la canavalia parece apropiada para su utilización en la alimentación de aves y cerdos. Sin embargo, el consumo de canavalia 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 (Carabaño et al., 1977., Montilla et al, 1981) y en cerdos (Risso, 1984). Efectos negativos han sido atribuidos a la presencia de la lectina concanavalina A y del aminoácido no proteico canavanina (León et al., 1991; Michelangeli, 1990), los cuales limitan la utilización de canavalia cruda en las dietas,

haciéndose necesario el procesamiento de los granos para poder incluirlos a niveles más altos en las raciones.

7.3.7 Principales factores antinutricionales presentes en la Canavalia

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 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 se señalan los siguientes factores antinutricionales: concanavalina A), canavanina (aminoácido no proteico), canatoxina (proteína tóxica), 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, termolábil, que forma un 30% de nitrógeno total del grano de canavalia (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 (Bell et al., 1978). Es el aminoácido no proteico de mayor importancia presente en la canavalia, representa entre el 3 y 5% del peso seco del grano de canavalia maduro (Escobar et al., 1984). Es un análogo estructural de la arginina, soluble en agua y resistente al calor. Los efectos biológicos adversos de las 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 canavalia en aves (Michelangeli, 1990).

Comportamiento Productivo de aves y cerdos alimentados con dietas que incluyen harinas de granos de Canavalia.

La mayor parte de los estudios realizados en relación a la toxicidad de los granos crudos o tratados de canavalia y sus efectos, han sido conducidos principalmente en aves. González (1983), Vierma y Montilla (1984), Carabaño et al (1985), Arango y Cadavid (1985), mostraron que el tratamiento calórico (autoclave, extrusión, o tostado), como métodos de procesamiento de los granos de canavalia permiten un mejor aprovechamiento del valor nutricional de la canavalia en dietas para aves en comparación con granos crudos. Sin embargo, la inclusión de 14 a 30% de canavalia auto clavada en pollos en crecimiento no ha permitido comportamiento productivo de los animales que iguale al control (Belmar y Ellis, 1984; D' Mello et al, 1985; Y D´Mello et al, 1989; Kessler et al, 1990).

En el Cuadro 9 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 canavalia autoclavado a 120 °C por 60

minutos, no se puede incluir a niveles mayores a 14% en la dieta, ya que desmejora el comportamiento productivo (Belmar y Ellis, 1985; Y D´Mello et al, 1985; D´Mello et al, 1989; D´Mello et al, 1990; Kessler, 1990). Por otra parte, si se utiliza un proceso de extracción con KHCO previo al autoclavado (120 °C/60 min.) se puede incluir la canavalia 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 canavalia crudos o procesados térmicamente en gallinas ponedoras, los datos del Cuadro 5 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 canavalia (Carabaño, 1986; 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 había estado acompañada de respuestas adecuadas con respecto a los parámetros productivos de las aves.

Cuadro 9. Efecto del autoclavado sobre el valor nutricional de la de granos de canavalia en pollos en crecimiento.

AUTORES	TRATAMIENTO (%) G.P.	NIVEL C.A	RELATIVO A	DIETA BASAL
---------	-------------------------	-----------	------------	-------------

Belmar y Ellis (1984)	120°C/60 min	30	47.9	57.9	
	120°C/60 min	30	43.3	53.3	
Remojo más: D´Mello et al (1985)	121°C/30 min	14	60.2	69.1	
	121°C/30 min	28	15.0	31.9	
	121°C/60 min	28	32.9	46.8	
Remojo más: 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	
	121°C/60 min	14	92.4	94.4	
Remojo más: 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 KHCO3 más: Walker(1991)	121°C/60 min	14	99.2	98.9	
	121°C/60 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

7.3.7 L-canavanina

El uso de las semillas de *Canavalia ensiformis* en la alimentación del animal se ha visto limitado no solamente por la ureasa, sino también por la presencia de dos sustancias potencialmente tóxicas: una lectina (concanavalina A) y un aminoácido no proteico conocido como L-canavanina, presente a niveles de 1,2-3,7%.

En general los aminoácidos no proteicos causan efectos tóxicos o nutricionales al interferir con aminoácidos esenciales con los cuales guardan similitud estructural; en el caso de la L- canavanina, su estructura es muy similar a la de la arginina (fig. 2). La L- canavanina está presente en otras fabáceas como *Robinia spp.*, *Vicia spp.* *Sesbania spp.*, e *indigofera spp.*; esta última contiene además de L-Canavanina el aminoácido no proteico indospicina (Fig. 2).

El mecanismo de acción de la L- canavanina en mamíferos y aves comerciales fue revisado por D´Mello (1995). Las Aves son particularmente sensibles a la L-canavanina debido a que en estas el ciclo de la urea no es funcional (carecen de la enzima carbamoil-fosfato sintetasa), y, por ende,

son incapaces de sintetizar arginina. En aves que consumen L-canavanina se observa un aumento de la excreción de la urea, lo cual indica un aumento en la actividad de la arginasa. El aumento de la actividad de la arginasa ayuda a metabolizar la L-canavanina pero a su vez causa una mayor pérdida de arginina. La L-canavanina también puede competir con la arginina y la lisina por los transportadores a nivel de los enterocitos en los pollos de engorde (Rueda et, al, 2003), limitando la absorción intestinal de arginina y agravando aún más su deficiencia. La deficiencia de arginina causa disminución del crecimiento y de la utilización de la proteína de dieta. En cerdos, niveles altos de L-canavanina en la dieta causan inhibición severa del consumo de alimento, efecto que se ha observado al suministrar *Vicia villosa*, otra fabácea cuyas semillas contienen también niveles altos de L-canavanina (Enneking et, al, 1993). Como mecanismo de acción adicional, los aminoácidos análogos de la arginina (canavanina e indospicina) inhiben las sintetasas del óxido nítrico (NO), las cuales generan (NO) a partir de arginina. El (NO) tiene importantes funciones bioquímicas y fisiológicas que incluyen la relajación de los vasos sanguíneos, inhibición de la agregación plaquetaria y modulación de la neurotransmisión, entre otras.

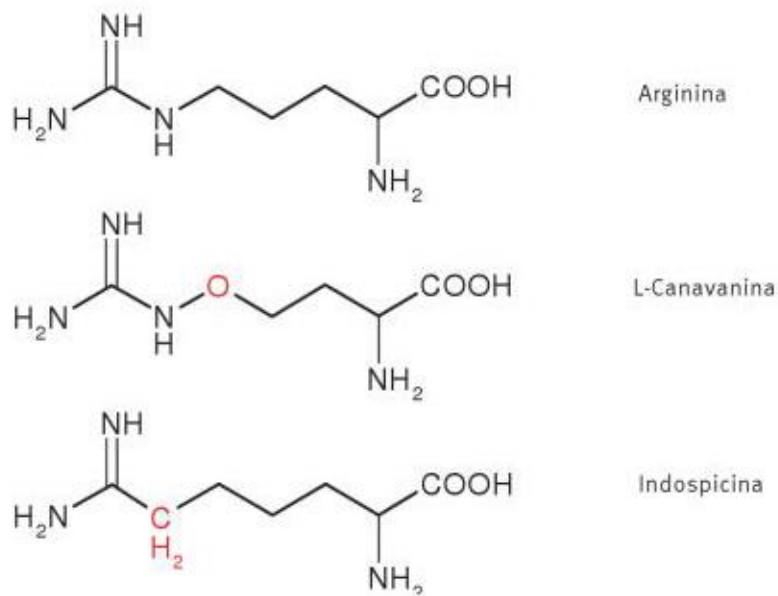


Fig. 2 estructura química del aminoácido esencial arginina y los aminoácidos tóxicos L-canavanina e indospicina las diferencias estructurales se muestran en rojo.

CAPITULO 8.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1 Revisión de insumos

Se realizó una lista de materiales a utilizarse para el cultivo de canavalia en invernadero y su análisis en el laboratorio.

Cuadro 10. Lista de materiales y reactivos

<u>Cultivo en invernadero</u>	<u>Laboratorio</u>	<u>Reactivos</u>
36 recipientes de pvc de 30 cm de diámetro x 40 cm de altura	1 exacto	H ₂ O Destilada
1 pala	1 balanza analítica	Hipoclorito de sodio al 1%
1 cuchara de mano	2 pipeta graduadas de 10 ml	
1 flexómetro	Bolsas de papel kraft	
1 rastrillo	tubos eppendorf	
H ₂ O	tubos de ensayo	
1 plumón permanente	Vernier: calibrador digital caliper marca surtek de acero inoxidable, importado por urrea, herramientas profesionales S.A.de C.V.	
108 semillas de canavalia	1 molino eléctrico	
Abono(composta)	1 espátula	
bitácora	1 vaso de precipitado 1000 ml	
1 regadera lluvia fina	1 gradilla	

8.1.2 Preparación del terreno (invernadero)

Se limpio de todo elemento extraño que interfiera con el desarrollo de los cultivos malas hierbas, restos de otros cultivos anteriores.



Fig. 3 Área de cultivo

8.1.3 Preparación de recipientes de pvc

La unidad experimental estuvo formada por 36 recipientes de pvc de 30 cm de diámetro x 40 cm de altura, cada recipiente contenía 20 Kg de suelo. Una vez que los recipientes contenían los 20 kg de suelo se procedió a colocarse en 12 filas correspondientes a 12 meses. Cada fila contenía 3 unidades experimentales. El estudio se hizo bajo un diseño tratamental de bloques simples con tres repeticiones. Una vez distribuidos se realizó un riego previo a la tierra con el fin de ir homogenizando la mezcla de tierra y se dejó orear 1 o 2 días.

Fig. 4 Preparación de Recipientes



(a)

(b)

(c)

(a).- recipientes pvc; (b).- 20 Kg. Suelo; (c) Unidades Experimentales

8.1.4 Siembra

Se colocaron 3 semillas de canavalia por recipiente, se repartieron uniformemente intentando mantener una distancia mínima entre ellas. Luego se recubren con una capa de tierra preparada y se apisonan ligeramente para evitar bolsas de aire y desprendimientos al regar.

Fig. 5 Siembra *Canavalia Ensiformis*



(a)

(b)

(a) Colocación semillas

(b) Recubrimiento de la semilla

8.1.5 Riego

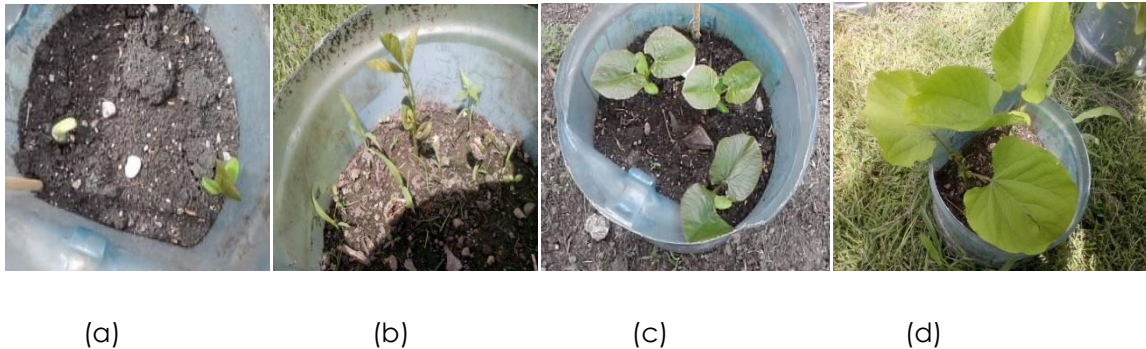
Inmediatamente después de sembradas las semillas se regó la tierra de forma pareja y cuidando de no producir charcos. Para ello se utilizó una regadera de lluvia fina para que el agua salga con suavidad. Se regaba a fondo, es decir, se riega hasta que toda la tierra estuviera empapada sin que la tierra quede encharcada ya que demasiada agua puede pudrir las raíces asfixiándolas, el riego se realizó cada 2 días dependiendo de las condiciones del clima.

8.1.6 Monitoreo

Se realizaron observaciones y mediciones sobre el estado de las plantas de canavalia. La medición de variables se hicieron a partir de los 10 dde a los tiempos de 10, 18..., hasta el día de la cosecha.

Estas observaciones nos permiten verificar si las plantas están en buen estado y no muriendo, que hay nuevas plantas en crecimiento. Monitoreando hasta obtener la floración, vainas y semillas que servirán para el análisis experimental.

Fig. 6 Germinación de la planta de Canavalia

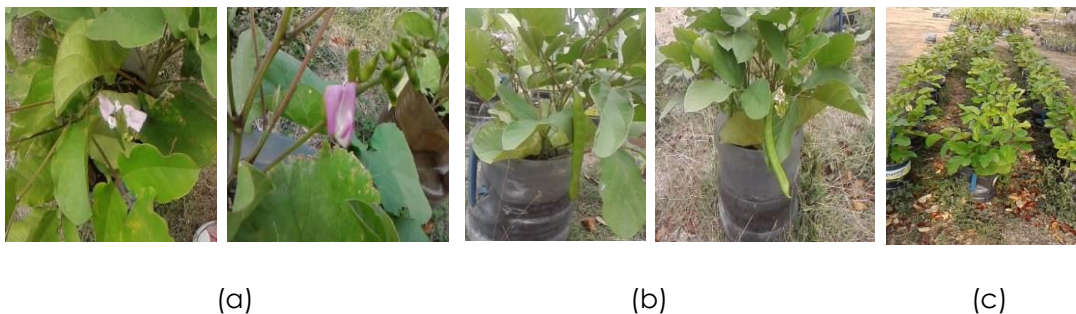


- (a) Germinación
- (b) Hojas primarias
- (c) primeras hojas trifoliadas
- (d) Hojas trifoliadas desplegadas

8.1.7 Toma de muestras

A partir de la floración, vainas y semillas de la canavalia, se extraen 3 plantas, 1 planta por recipiente cada mes.

Fig. 7 Muestreo De *Canavalia Ensiformis*



- (a) Floración
- (b) Formación de vainas
- (c) Desarrollo de las plantas por meses

8.1.8 Lavado

Después de extraer las plantas se realizó un lavado previo con agua manualmente para quitar el exceso de polvo y suelo que hayan quedado. Posteriormente se lavó con hipoclorito de sodio al 1% para desinfectar el cultivo, finalmente se lavó con agua destilada para quitar el exceso de hipoclorito de sodio.

Fig. 8 Extracción y lavado de la planta de Canavalia



(a)

(b)

(a) extracción de la planta

(b) lavado de la planta

8.1.9 Mediciones, conteo y pesado

Se midieron con un flexómetro la longitud de la vaina. Se procedió a contabilizar el número de flores, vainas y semillas correspondientes de cada planta de la siguiente manera:

Nº vaina: Número total de vainas por cada planta

Nº de semillas/vaina: Número total de semillas por vaina

Nº Semillas: Número total semillas por cada planta

Nº flores: Número Total de flores por cada planta

El pesado se realizó con una balanza analítica de la siguiente manera:

P. vainas: Peso total de vaina por cada planta e individualmente

P. semillas: Peso total de semillas por planta y por vaina

Fig. 9 .Conteo y Pesado de la planta Canavalia



(a)

(b)

(a) conteo flores, vainas y semillas

(b) peso de flores, vainas y semillas

8.2 Resguardo de material

Después de haber medido las variables de cada planta de canavalia se procedió a guardarse en bolsas de papel kraft, rotulada con nombre y fecha correspondiente, para su análisis en seco posteriormente.

8.2.1 Datos de Estudio

Los datos fueron analizados con el programa estadístico statgraphic, con la prueba de tukey con el 95% de probabilidad.

8.2.2 Descripción de las actividades

- ❖ Revisión bibliográfica

Consultas de libros, artículos científicos, consulta de internet

- ❖ Diseño tratamental del experimento en invernadero

Preparación del cultivo: se tomaron las semillas y se realizaron pruebas de viabilidad, luego se tomaron botes en los cuales se llenara de tierra de la cual también se realizó una prueba para la absorción, luego se colocaron los botes en un lugar específico en la cual previamente se limpiara y se marcara con banderas de colores.

- ❖ Establecimiento y siembra del cultivo de canavalia.

Siembra del cultivo: después del resultado de viabilidad se tomaron las semillas y se llevaron para colocarlos en botes para su siembra y riego de la misma

- ❖ Mantenimiento del cultivo canavalia en invernadero

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 estadísticos de datos obtenidos.

Análisis de datos se hizo por medio del programa de statgrafic con la prueba de tukey al 95% de P.

CAPITULO 9.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las siguientes figuras se muestran los análisis estadísticos de las variables medidas, analizadas con el programa STATGRAPHIC, con una prueba de Tukey con el 95% de P, letras iguales no hay diferencia significativa.

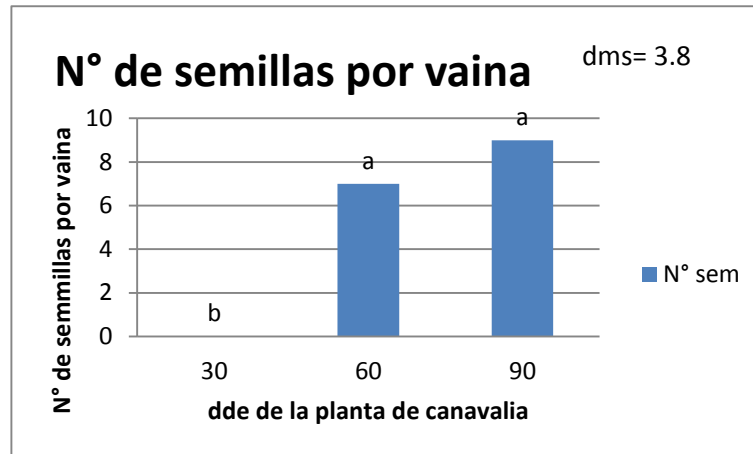


Figura 10. Análisis estadístico para la variable del número de semillas por vainas.

En la figura 10 observamos diferencia significativa para la variable de Numero de semillas por vainas entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde. A los 30 dde, las plantas están muy jóvenes y no han llegado a su etapa de floración y menos a su frutación.

Según Castellar et al ,1986 su día de frutación de la planta de canavalia es a los 67 dde.

En nuestro estudio encontramos que estos frutos verdes a los 60 dde se encontraron siete semillas por vaina y en los 90 dde se encontraron nueve semillas por vaina.

Los datos señalados por Jimeno (2001), en Villaflores, Chiapas, señala que la *Canavalia ensiformis* produce 12 semillas por vaina.

Según Chávez, et al (2009) señala que la Canavalia que contienen entre 8-10 semillas grandes, de color blanco.

Análisis estadístico para la variable número de flores en la planta de canavalia.

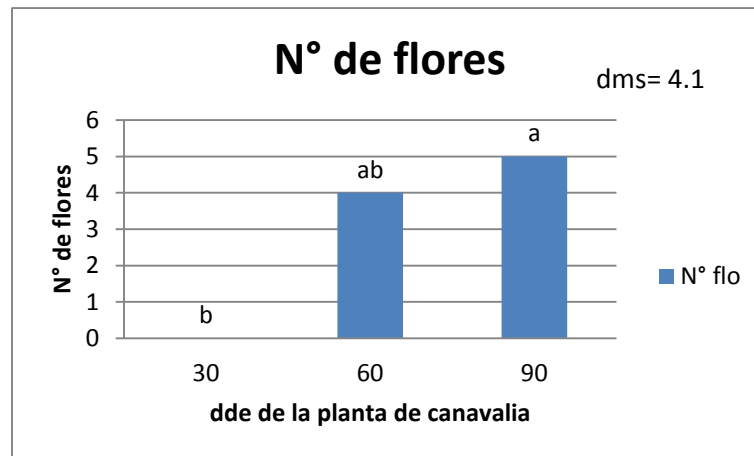


Figura 11. Análisis estadístico para la variable del número de flores.

En la figura 11 observamos diferencia significativa para la variable de Numero de flores entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde. A los 30 dde, las plantas están muy jóvenes y no han llegado a su etapa de floración.

Según Castellar et al ,1986 la planta de canavalia presenta floración a los 59 dde.

En nuestro estudio encontramos que son significativamente diferentes unas de otras. En los 60 dde se encontró cuatro flores y en los 90 dde se encontraron cinco flores. Éstos muestran diferencias estadísticamente significativas según el programa de statgraphic con la prueba de Tukey al 95.0% HSD

Análisis estadístico para la variable de número de semillas en la planta de canavalia.

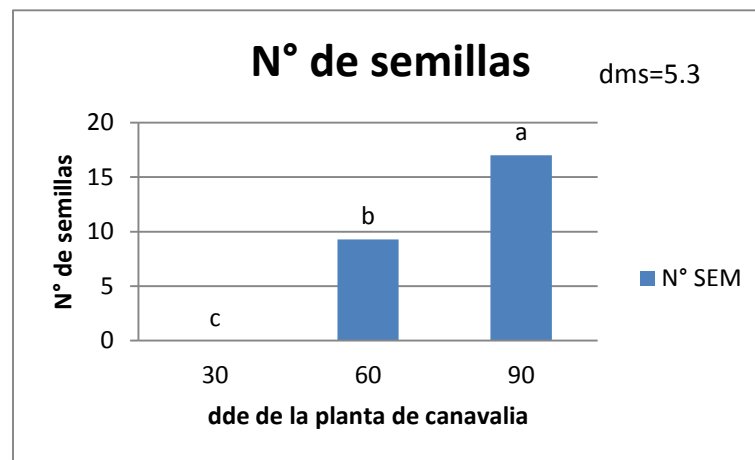


Figura 12. Análisis estadístico para la variable del número de semillas.

En la figura 12 observamos diferencia significativa para la variable de Numero de semillas entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde. A los 30 dde, las plantas están muy jóvenes y no han llegado a su etapa de floración y menos a su frutación.

En nuestro estudio encontramos que en los 60 dde se encontró nueve semillas y en los 90 dde se encontraron diecisiete semillas. Éstos muestran diferencias estadísticamente significativas según el programa de statgraphic con la prueba de Tukey al 95.0% HSD

Análisis estadístico para la variable de vainas en la planta de canavalia

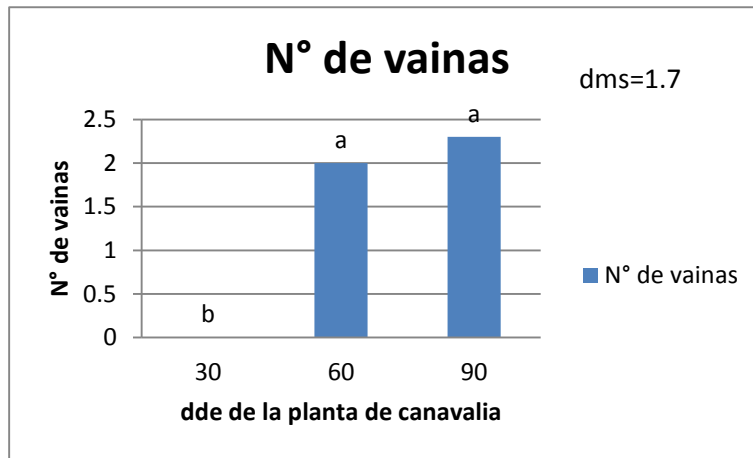


Figura 13. Análisis estadístico para la variable del número de vainas

En la figura 13 observamos diferencia significativa para la variable de Numero de vainas entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde. A los 30 dde, las plantas están muy jóvenes y no han llegado a su etapa de floración y menos a su frutación

Según Castellar et al,(1986) la formación y secado de vainas se da a los 67 dde.

En nuestro estudio encontramos que en los 60 dde se encontró 2 vainas y en los 90 dde se encontraron 2.33 vainas. Éstos muestran diferencias estadísticamente significativas según el programa de statgraphic con la prueba de Tukey al 95.0% HSD

Chávez et al (2009) señala que la Canavalia produce numerosas vainas largas, entre 10-12 por planta.

Análisis estadístico para la variable de peso de vainas en la planta de canavalia

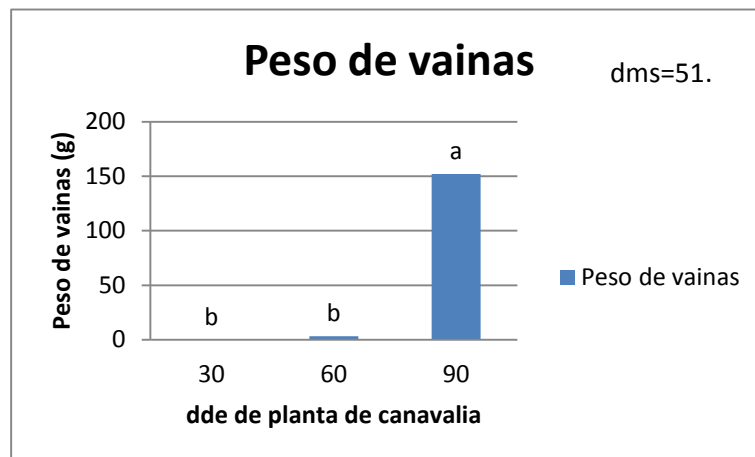


Figura 14. Análisis estadístico para la variable de peso de vainas.

En la figura 14 observamos diferencia significativa para la variable de peso de vainas entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde.

En nuestro estudio encontramos que en los 60 dde el peso de las vainas era de 3g. Y en los 90 dde fueron 152 g. Éstos muestran diferencias estadísticamente significativas según el programa de statGraphic con la prueba de Tukey al 95.0% HSD

Análisis estadístico para la variable de peso de semillas en la planta de canavalia

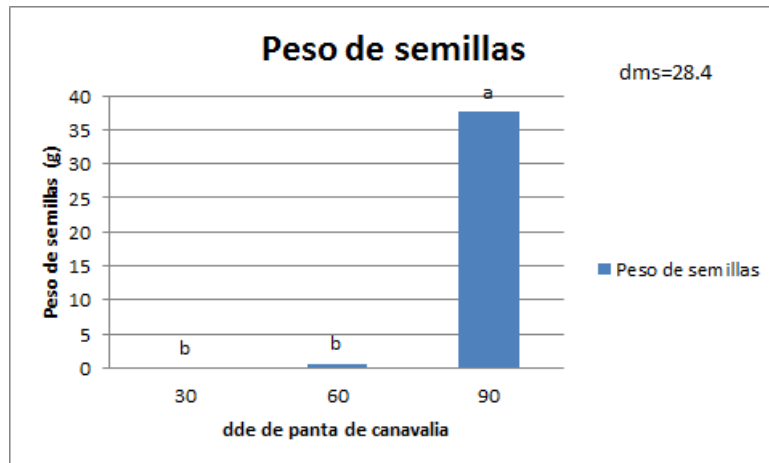


Figura 15. Análisis estadístico para la variable del peso de semillas.

En la figura 15 observamos diferencia significativa para la variable de peso de semillas entre los tratamientos de 60,90 y 30 dde. A los 30 dde, las plantas están muy jóvenes y no han llegado a su etapa de floración y menos a su frutación.

En nuestro estudio encontramos que el peso de las semillas en los 60 dde fueron de 0.5g y en los 90 dde fueron de 37.6 g. Éstos muestran diferencias estadísticamente significativas según el programa de statgraphic con la prueba de Tukey al 95.0% HSD

Según (CIDICCO, 2004). El peso de 1000 semillas es de 1,285-1,517g.

En nuestro estudio encontramos un peso de semillas 37.6 g por planta, que corresponden a un total de 2,256 kg/Ha. Que corresponde a un 33% más de producción que tuvo CIDICCO en 2004.

CAPITULO 10.- CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Según el análisis de las variables medidas, estos nos indican que la planta de canavalia tiene un crecimiento constante.

Que las plantas de canavalia tuvieron un tiempo de floración a los 60 dde.

Las plantas de canavalia tuvieron un tiempo de frutación a los 63 dde.

La cosecha de semillas comenzó a los 210 dde las cuales se encontraban secas.

Las plantas de canavalia permanecieron verdes por más de un año aunque la cosecha de las semillas se terminó a los 270 dde.

En nuestro estudio el rendimiento mayor lo tuvimos a los 90 dde, con semillas verdes.

Se recomienda el estudio de la concentración de canavanina conforme a la edad fenológica de la planta.

CAPITULO 11.- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Acamovic T and D'Mello F. 1990 HPLC analysis of Canavanine and Canaline in Canavalia Ensiformis, and in Excreta and Serum Chicks. J Sci Food Agric; vol. 50:pag.63-70.

Arango U.A. y Cadavid M. P, 1984. La canavalia (Canavalia ensiformis) (L) como alternativa en la alimentación pecuaria tropical, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias.

Bell, E, 1958. Canavanine and related compounds in Leguminosae. The Biochemical Journal 70:617.

Bell, E.A., Lackey, J.A. and Polhill, R.M., 1978. "Systematic significance of Canavanine in the Papilionoidae (Faboideae)", Biological Systematics and Ecology, vol. 6, p.201-212.

Belmar, R. y Ellis N. 1984. La composición química del grano de canavalia ensiformis: su valor nutritivo y sus factores tóxicos. In memorias: I Reunión sobre la producción y utilización del grano de canavalia ensiformis en sistemas pecuarios de Yucatán F.M.V.Z.U.A.D.Y., Yucatán México.

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

Carabaño JM, Armas A, Madrigal J, y Montilla J .1985. Posibilidad de incorporar harina de grano de haba de burro (Canavalia ensiformis) en raciones para ponedoras. XXXV Convención Anual AsoVAC, Mérida, Venezuela, 96 CIDICCO. 1993. Algunos datos sobre Canavalia ensiformis. <http://www.cidicco.hn/especies/canavalia.htm>.

Carabaño J, 1986. Posibilidades de la extrusión como tratamiento de la canavalia ensiformis para uso en raciones para aves. Proc. Primer Congreso Nacional de Nutrición, Caracas.

Castellar PN, Marmolejo VJM y Ruiz PCF, 1986. Observaciones preliminares del comportamiento agronómico de *Canavalia Ensiformis* (L) en condiciones del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia Palmira. Acta Agron. Vol 36(1); Pág.52-62.

Chávez C, Pérez M H B., Dublán G O C. and García-B R D. 2009 Effect of germination on the physicochemical properties of canavalia (*Canavalia ensiformis*). World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 54, pág. 673-675.

CIDICCO (Centro Internacional de Información Sobre Cultivos de Cobertura) 2004. *Canavalia* (*Canavalia ensiformis*). (En línea). Disponible en www.cidicco.hn/especies_av_cc.htm

D'Mello JPF, Acamovic T and Walker AG. 1985. Nutritive value of jack beans (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) for young chicks. Trop. Agric. (Trinidad); vol.62: pag.145-50.

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. Tropical Agriculture, vol 66: pág. 201—205

D'Mello, J.P.F. Walker, A.G. and Noble, E. 1990, "Effects of dietary supplements on the nutritive value of jack beans (*Canavalia ensiformis*) for the young chick", British Poultry Science, vol. 31, p.759-768

D'Mello, J. and Walker A. 1991. Detoxification of jack beans (*Canavalia ensiformis*): studies with young chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol 33: pag.117-127.

Díaz, G.2010. Plantas toxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia Bogotá: Universidad Nacional de Colombia

Duke, J.A. 1981 a. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum press, New York

Enneking, D., Giles, L.C., Tate, M.E. and Davies, R.L. 1993. L Canavanine: a natural feed-intake inhibitor for pigs (isolation, identification and significance). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol.61:pag.315-325

Escobar, A., Viera, J., Dixon, R., Mora, M. y Parra, R., 1984. *Canavalia ensiformis*: una leguminosa para la producción animal en los trópicos. Informe anual. Instituto de Producción Agropecuaria. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, pp. 131-164.

Espinosa, C.1976. Ensayo de un sistema rotativo en los suelos de las sabanas: *Canavalia ensiformis* L. Para abono verde "maíz" fertilizado y "maní" *Agronomía tropical*.

FAO.1994.Las leguminosas en la agricultura. Estudios Agropecuarios No.21

González, J. 1983. Efecto de la cocción a presión del grano de *Canavalia ensiformis* con tratamiento previo de remojo sobre los factores antinutricionales para pollos de engorde. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el grado de Magister Scientiarum. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 16-20

González, J. 2011: "Explicación Etimológica de las Plantas de la Selva", Flora Digital de la Selva, Organización para Estudios Tropicales.

Hernández, P.D., Martín, G.O., Rodríguez de pablos, V.Y. y Ganem, B.B.F.A.1999.Aplicaciones de las lectinas, Rev. Cubana Hematol. Inmunol. Hemoter.15 (2):91-5.

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

Jaramillo, J.G 1987."Canavalia": El cultivo del futuro. Agricultura de las Américas: pág.37-39

Jimeno, R.F.2001. Fenología de leguminosas tropicales con potencial agropecuario en Villaflores, Chiapas. Tesis profesional U.A.CH. Villaflores, Chiapas México, 120p.

Kessler, C.D.J., 1990."An agronomic evaluation of jackbean (*Canavalia ensiformis*) in Yucatán, México: II. Defoliation and time of sowing", Experimental Agriculture, vol. 26, p.23-30

Knecht R and Chang J. 1986. Liquid chromatographic determination of amino acids after gas-phase hydrolysis and derivatization with (Dimethylamino) azobenensulfonyl Chloride. *Anal Chem*; 58:2375-9.

Lathwell, D J. 1990; "Legume Green Manures. Principles for management based on recent research", *Tropsoils Bulletin Number 90-01*.

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 M, Carre F, Larbier F, Lim T Ladjalu and M. Picard. 1990. Amino acids and starch digestibility and true metabolizable energy content of raw and extruded jack beans (*Canavalia ensiformis*) in adult cockerels. *Ann. Zootech.*, 39:53-61.

León A J, Caffin M P y Picard M. 1991. Effect of Concanavalin A from jack beans seeds on short-term food intake regulation in chicks and laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 32: 297-311.

León A, Vargas R.E, Michelangeli C, Carabaño, J.M, Risso J. y Montillo, J.J. 1993. Valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. En: *Canavalia ensiformis* (L) DC. Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Compilación de los trabajos presentados en el Primer Seminario-Taller sobre *Canavalia ensiformis* celebrado en Maracay, Venezuela del 25 al 28 de Junio de 1991. Vargas, R.E., León, A.Q. y Escobar, A. (Eds) Fundación Polar. Venezuela pp 213-217

Lucas, B., Guerrero, A., Cigales, L. and Sotelo, A. 1988 .True protein content and non-protein amino acids present in legume seeds. *Nutr. Rep. Int.*, 37, 545–53.

Meléndez, N.F. 1997. Empleo de las leguminosas forrajeras tropicales. *Campo Experimental Huimanguillo*. Despliegue informativo N0.1. 28 pp.

Michelangeli, C. 1990. Actividad de la arginasa renal y de niveles plasmáticos de aminoácidos básicos en pollos de engorde. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Venezuela

Miranda, O.R y Medina, S.E 1983. Utilización de la “haba de burro” (*Canavalia ensiformis* L.). En la producción animal. Universidad Central de Venezuela. Facultad de agronomía. Maracay-Venezuela. 89 pág.

Monegat C. 1991. Plantas de Cobertura del Suelo: Características y manejo en pequeñas propiedades. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras

Montilla J.J., Perreioro, M., Cupul, S., Guirieri, N. and Preston, T.R. 1981. Preliminary observations: the effects of ensilage and heat treatments of *Canavalia ensiformis* seeds in diets for poultry. *Tropical Animal Production* 6: 376-377

Mora, A.M. 1983. *Canavalia ensiformis*: Uso en rumiantes. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay-Venezuela. 182p.

Peters, Franco L., Schmidt A. e Hincapié B.2003. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Colombia

Pittier, H.1944. Leguminosas de Venezuela. Ministerio de Agricultura .Servicio botánico. Caracas-Venezuela

Quirós, M D., Cervantes C. y Urbina L.1996.Abonos Verdes: Una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo. San José, Costa Rica: 11-12

Risso, J. 1984. Uso de la Canavalia ensiformis en la alimentación de aves y cerdos. Tesis MSci. Universidad Central de Venezuela. Maracay, pp 59.

Rueda, E., Michelangeli, C y González-Mujica, F., 2003. L-Canavanine inhibits L-arginine uptake by broiler chicken intestinal brush border membrane vesicles. British Poultry Science 44, 620–625

Sauer, J. and L. Kaplan. 1969. Canavalia beans in American prehistory. American Antiquity. 34: 417-424

Skerman, P.; Cameron, D. y Riveros, F.1991.Leguminosas tropicales.FAO, Roma, Italia

Udedibie ABI y Madubuike FN 1988 Efecto de la canavalia cruda y tratada térmicamente en la dieta (Canavalia ensiformis) en el rendimiento de las gallinas ponedoras. Diario de Agricultura Árido 1:47-54

Udedibie A.B.I. 1990. Nutritional evaluation of jack bean (Canavalia ensiformis) for the Nigerian poultry industry. AMBIO 19: 361-365D´Mello (1995).

Van der Poel, A., Mollee P., Huisman J. and Liener I. 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.

Vierma, C. y Montilla J.J. 1984. Harina de granos de *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento: efecto de la extracción alcohólica y autoclavado. In: Informe Anual del Instituto de Producción Animal 1983. Maracay, Ven. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela..

Vitti, G.C.1979. Influencia de cinco leguminosas, como abono verde en la fertilidad del suelo. *Científica* 7(3):430-435

Weissberger LT and Armstrong MK. Canavanine analysis of Alfalfa extracts by high performance liquid chromatography using pre-column derivatization. *J Chromatographic Sci.* 1984; 22:438-440.

Whyte R.O.; Nilsson Leissner G. y Trumble H.C.1995. Las leguminosas en la agricultura. FAO. La Habana. Edición Revolucionaria p.3.

Wiseman J.and Cole D.J.A. 1988. European legumes in diets for non-ruminants. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Eds. W. Haresing and D.J.A. Cole. London. Butterworths. pp: 13-3