

**PRUEBA DE ADAPTABILIDAD DE LA SOYA (Glycine max L. Merrill)  
VARIEDAD VALLE 2000 EN SUELOS DEL DISTRITO DE SANTA MARTA**

**JAIME GALVIS SOLANO**

**JOHN J. SÁNCHEZ SALAMANCA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**2001**

**PRUEBA DE ADAPTABILIDAD DE LA SOYA (Glycine max L. Merryl)  
VARIEDAD VALLE 2000 EN SUELOS DEL DISTRITO DE SANTA MARTA**

**JAIME GALVIS SOLANO**

**JOHN J. SÁNCHEZ SALAMANCA**

**Memoria de grado, presentada como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Agrónomo.**

**Director**

**JORGE GADBAN REYES**

**Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**2001**

IA  
00520

Nota de aceptación

---

---

---

\_\_\_\_\_  
José M. España C. I. A. M.Sc

\_\_\_\_\_  
Leonardo Delgado V. I. A. M. Sc

Santa Marta 11 de octubre de 2001

**Dedico a:**

**JHVH (Jehová) creador del universo,  
mis padres Luis Fernando y Margarita,  
mi esposa Verónica Beltrán;  
mis hermanos, tíos y sobrinos.**

**Jaime.**

**Dedico este triunfo a:**

**DIOS, mi padre celestial.**

**Mi madre Ilse, mi hermana Diana,**

**Mi sobrina Natalia.**

**Jessica.**

**Toda mi familia.**

**John Jairo.**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jorge Gadban Reyes, Ingeniero Agrónomo. Director de la investigación, por sus valiosas orientaciones.

Leonardo Delgado Venegas, Ingeniero Agrónomo M.Sc. Jurado, por sus acertadas sugerencias.

José M. España Caro, Ingeniero Agrónomo M.Sc. Jurado, por sus orientaciones.

Anselmo Marín Perea, Ingeniero Agrónomo. Decano de la facultad de Ciencias Agropecuarias, por su colaboración.

Rafael Velásquez, Administrador Agropecuario. Administrador de la granja del SENA Agropecuario, por su oportuna colaboración.

Reinaldo Rosado, director general del SENA agropecuario, por su colaboración.

Agradecimientos especiales a nuestros amigos: Jaime Dávila, Mónica Padilla, Royber Fernández, por su colaboración en este trabajo.

Los docentes del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Magdalena por sus aportes al conocimiento que hoy día nos hacen merecedores de un título universitario.

En fin a todas las personas que de alguna manera se vincularon a nuestra vida universitaria.



## CONTENIDO

	pag
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	8
2.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO	8
2.3 MATERIAL VEGETAL	9
2.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO EN EL ENSAYO	11
2.5 INOCULACIÓN	12
2.6 DISEÑO METODOLÓGICO	13
2.6.1 Diseño	13
2.6.2 Tratamientos	13
2.7 DESARROLLO DEL ENSAYO	13
2.7.1 Inoculación y siembra	13
2.7.2 Riego	14
2.7.3 Fertilización	14

2.7.4	Control fitosanitario	15
2.8	PARÁMETROS EVALUADOS	15
2.8.1	Días de germinación a floración	16
2.8.2	Días de floración a cosecha	16
2.8.3	Número promedio de nódulos por tratamiento	16
2.8.4	Peso promedio en gramos de nódulos secos por tratamiento	16
2.8.5	Número promedio de vainas por planta	16
2.8.6	Número promedio de granos por vaina	17
2.8.7	Peso promedio en gramos de cien (100) granos	17
2.8.8	Peso promedio en kilogramos por tratamiento	17
2.8.9	Altura promedio en centímetros de inserción de la primera vaina	17
2.9	FERTILIZANTE	17
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1	DÍAS DE GERMINACIÓN A FLORACIÓN	19
3.2	DÍAS DE FLORACIÓN A COSECHA	21
3.3	ALTURA PROMEDIO EN CENTÍMETROS DE INSERCIÓN DE LA PRIMERA VAINA	21
3.4	NÚMERO PROMEDIO DE NÓDULOS POR TRATAMIENTO	24
3.5	PESO PROMEDIO EN GRAMOS DE NÓDULOS SECOS POR TRATAMIENTO	26
3.6	NÚMERO PROMEDIO DE GRANOS POR VAINA	29

3.7	NÚMERO PROMEDIO DE VAINAS POR PLANTA	32
3.8	PESO PROMEDIO EN GRAMOS DE CIEN (100) GRANOS	39
3.9	PESO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR TRATAMIENTO	43
4	CONCLUSIONES	46
	BIBLIOGRAFÍA	48
	ANEXOS	50

## LISTA DE TABLAS

	pag
Tabla 1. Promedios obtenidos para los días de germinación a floración de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	20
Tabla 2 Promedios obtenidos para los días de floración a cosecha de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta	22
Tabla 3 Promedios obtenidos para la altura de inserción de la primera vaina en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta	23
Tabla 4 Promedios obtenidos para número de nódulos para cada uno de los tratamientos en la Prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta	25
Tabla 5 Promedios obtenidos para peso en gramos de nódulos secos para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta	28
Tabla 6 Promedios obtenidos en el número de granos por vaina para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta	31
Tabla 7 Promedios obtenidos para el número de vainas por planta para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de	

soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta 35

Tabla 8 Promedios obtenidos en peso (gramos) de 100 granos para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta 40

Tabla 9 Promedios obtenidos para el peso en kilogramos de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta 44

## LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1. Correlación lineal entre promedios obtenidos para número de nódulos y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	27
Figura 2. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para peso en gramos de nódulos secos y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	30
Figura 3. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de granos por vaina y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	33
Figura 4. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de granos por vaina y número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	34
Figura 5. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de vainas por planta y el promedio en kilogramos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	37

Figura 6. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de vainas por planta y el número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta. 38

Figura 7. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para el peso de 100 granos y el peso en kilogramos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta. 41

Figura 8. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para peso de 100 granos y el número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta. 42

## LISTA DE ANEXOS

	pag
Anexo A. Análisis de varianza para los días de germinación a floración por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito del Santa Marta.	51
Anexo B. Análisis de varianza para los días de floración a cosecha por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	52
Anexo C. Prueba de Tuckey para los tratamientos de días de floración a cosecha en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	53
Anexo D. Análisis de varianza para la distancia de inserción de la primera vaina por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	54
Anexo E. Análisis de varianza para el número de nódulos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	55
Anexo F. Prueba de Tukey para los tratamientos de número de nódulos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	56

Anexo G. Análisis de varianza del peso seco promedio de los nódulos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	57
Anexo H. Prueba de Tuckey para los tratamientos en peso seco promedio de nódulos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	58
Anexo I. Análisis de varianza para el número de granos por vaina en cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	59
Anexo J. Análisis de varianza para el número de vainas por planta de cada tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	60
Anexo K. Prueba de Tuckey para los tratamientos en el número de vainas por planta de cada tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	61
Anexo L. Análisis de varianza para el peso promedio en gramos de cien (100) granos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	62
Anexo M. Prueba de Tuckey para el peso promedio en gramos de 100 granos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	63

Anexo N. Análisis de varianza para el peso promedio en kilogramos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	64
Anexo Ñ. Análisis de suelo en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merril) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	65
Anexo O. Caballete ahoyador, herramienta de madera ideado por Jaime Galvis para hacer hoyos de 4 cm de profundidad, 5 cm entre plantas y 50 cm entre hileras, en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	66
Anexo P. Ahoyado con el Caballete en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	67
Anexo Q. Inoculación con la bacteria <u>Rhizobium japonicum</u> (Kirchner) en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) en suelos del distrito de Santa Marta.	68
Anexo R. Siembra en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	69
Anexo S. Riego por inundación de los surcos en la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	70
Anexo T. Producción de nódulos en los tratamientos de la prueba de adaptabilidad de soya ( <u>Glycine max</u> L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.	71

Anexo U. Producción de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

72

## RESUMEN

La prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta, se llevó a cabo en una parcela de la granja experimental del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), corregimiento de Gaira, municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena, ubicada a 7 m.s.n.m., precipitación promedio anual 800 mm., temperatura media 32°C y humedad relativa 70 y 72%. Sus coordenadas geográficas 74° 7' - 74°12' longitud oeste y 11°11' - 11°15' latitud norte.

El ensayo se realizó en un período de 8 meses comprendido entre noviembre de 2000 y junio de 2001 para determinar la adaptabilidad de la variedad Valle 2000 bajo condiciones climáticas que se presentan en la zona del distrito de Santa Marta; precisando el comportamiento de esta, con respecto a la aplicación del fertilizante (15-4-23-2-4) y la inoculación con la bacteria Rhizobium japonicum (Kirchner), describiendo los aspectos fenológicos de la variedad Valle 2000.

Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro replicas de cada uno. Como material vegetal se emplearon las variedades de soya (Glycine max L. Merryl) Valle 2000 y Soyica P-31, desarrolladas en el programa de oleaginosas del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, y el inoculante la bacteria Rhizobium japonicum (Kirchner) cepa ICA J01.

Se evaluaron los siguientes parámetros: días de germinación a floración, días de floración a cosecha, número promedio de nódulos por tratamientos, peso promedio en gramos de nódulos secos por tratamiento, número promedio de granos por vaina, peso promedio en gramos de cien (100) granos, peso promedio en kilogramos por tratamiento, y altura de inserción de la primera vaina.

Respecto a los días de germinación a floración el tratamiento de mayor precocidad fue T-1 (fertilización normal sin inóculo) con 27,3 días en promedio y el más demorado el T-3 (sin fertilización con inóculo) con 28,3 días promedio. En cuanto a los días de floración a cosecha el más precoz fue el T-5 (variedad P-31 sin fertilización y sin inóculo) con 79,8 días promedio y el menos precoz el T-2 (variedad Valle 2000 inoculada y fertilizada) con 87,5 días promedio.

El mayor número de nódulos se presentó en el tratamiento T-2 (fertilizada e inoculada) con 628,5 y el T-3 (inoculado sin fertilizante) con 193 nódulos presentó el menor promedio; los demás tratamientos no presentaron nodulación. Para el peso en gramos de nódulos secos el mayor peso lo presentó el tratamiento T-2 (inoculada y fertilizada) con 1,64 gr. y el menor peso lo presentó el T-3 (inoculada sin fertilizarse) con 0,70 gramos promedio.

La altura de inserción de la primera vaina mostró menor promedio al T-4 (sin inóculo y sin fertilización) con 9,6 cm y T-5 (P-31 sin inóculo y sin fertilizante) con 12,9 cm. Para número de granos por vaina presentó como menor promedio al T-4 (sin inóculo y sin fertilización) con 2,45 granos; y el mayor lo presentaron T-5 (P-31 sin inóculo y sin fertilizante) y T-2 (inoculada y fertilizada) con 2,57 granos. Por otra parte, en el número promedio de vainas por plantas el T-4 (sin inóculo y sin fertilización) fue el mayor y T-1 (sin inóculo y fertilizada) el menor con 116,5 y 42,6 vainas respectivamente.

El peso en gramos de cien (100) granos tuvo el mayor promedio al T-2 (inoculada y fertilizada) con 24,21 y el menor al T-5 (P-31 sin inóculo y sin fertilizante) con 14,28 gr. El peso en kilogramos por tratamiento mostró como mayor promedio al T-2 (inoculada y fertilizada) con 6,24 y al menor T-5 (P-31 sin inóculo y sin fertilizante) con 1,8 kg.

La buena adaptabilidad de la soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en los suelos del distrito de Santa Marta se ve reflejada en su alta producción; también se establece que esta variedad se puede cosechar mecanizadamente sin problemas, pues la altura de inserción de la primera vaina es superior a la altura mínima requerida para esta labor. La Valle 2000 superó en rendimiento a la P-31 en estos suelos.

## INTRODUCCIÓN

La soya (Glycine max L. Merrill) es uno de los cultivos importantes para la economía del país, por su gran poder nutricional e industrial. El grano de la soya es materia prima para la elaboración de aceites comestibles de alta calidad y de gran consumo, así como para la preparación de tortas con apreciado valor proteico, que son utilizados para la producción de concentrados alimenticios en avicultura y ganadería.

El uso adecuado de la tecnología y el conocimiento de la respuesta del cultivo a condiciones climáticas y edáficas de un determinado lugar, constituyen herramientas fundamentales para la producción en mayor o menor escala. La fertilización de los cultivos es una práctica necesaria para obtener altos rendimientos, cuando los suelos son pobres, o presentan deficiencia de algunos elementos esenciales, para un normal desarrollo y una alta producción. La soya responde a la fertilización en mayor o menor grado dadas las características generales del suelo y el rendimiento nutricional de la oleaginosa en la simbiosis

con la bacteria Rhizobium Japonicum (Kirchner). Se observará la respuesta de la nueva variedad Valle 2000 a condiciones ambientales del distrito de Santa Marta; sin desconocer que la variedad 2000 supera en un 15% a las variedades tradicionales en suelos de CORPOICA Palmira. (Valle) En condiciones ambientales normales de campo produce 3215Kg/Ha, mientras que soyica P-34 solo alcanza los 2850Kg/Ha.

## 1. ANTECEDENTES.

La soya (Glycine max L. Merrill), es un cultivo originario de la China y Japón, cuyo desarrollo primario está envuelto en el misterio pese a que los métodos de tratamientos actuales, datan de hace más de 2000 años. Se introdujo a Europa y de ahí a las Américas en 1961. Pero su introducción al África data del siglo XIX. El tipo primario parece haber sido una planta rastrera o semi-rastrera, de la cual se supone que evolucionaron los de tipos erectos. (STANTON, 1971, 88.)

Guerrero (Guerrero, 1977, 323) afirma que la soya es una planta anual, perteneciente a la familia leguminosa de consistencia herbácea. Las hojas son compuestas, menos las primeras que se forman, que son simples; las flores son aladas y el fruto es una legumbre que contiene de una a cuatro semillas y generalmente esférica, del tamaño de guisante y color amarillo. Las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes. Es de las llamadas "plantas de día corto".

La soya, se desarrolla bien en suelos que no presenten niveles altos de Aluminio (Al), manganeso(Mn), sodio (Na) y de sales, pues es muy sensible al efecto nocivo

de estos elementos por el contrario su crecimiento y producción son favorables en el suelo si se presentan niveles altos de P, Ca, Mg, K, S y de elementos menores Mn, Zn y Cu, principalmente. En suelos alcalinos, cuando el pH es mayor de 7.0, es probable que se presenten deficiencias de elementos menores (Zn, Mn, Fe, B) especialmente si hay presencia de carbonatos libres, lo cual es frecuente en este tipo de suelo. Bajo estas características también ocurren condiciones desfavorables para la disponibilidad de P y K. (Frye Alberto, 1991, 255)

De acuerdo con Ortiz (Gloria Ortiz, 1990, 19) la soya, es un cultivo relativamente exigente en N, P y K; para un rendimiento de 3 Ton/Ha, el cultivo extrae aproximadamente 205Kg de N/Ha, 55Kg de  $P_2O_5$ /Ha y 135Kg de  $K_2O$ /Ha. En la madurez la semilla contiene el 75% de N, el 75% de P y el 60% de K asimilados por la planta. Los tallos, vainas y pecíolos tienen mayor concentración de K, que de N y P. El cultivo de soya requiere cantidades apreciables de nutrientes para producir cosechas elevadas de granos de buena calidad, considerándose que extrae más nutrientes que otros cultivos corrientes. De acuerdo con la información de diferentes fuentes, la extracción de nutrientes mayores para la producción 3 ton de grano por hectárea, puede variar entre las siguientes cantidades: Nitrógeno (N) 220 a 275 Kg, fósforo ( $P_2O_5$ ) 50 a 65, potasio ( $K_2O$ ) 120 a 150, calcio (Ca) 60 a 70, magnesio (Mg) 15 a 25, azufre (S) 15 a 20 kg. La absorción de nitrógeno por la soya es intensa a partir de la formación de los primordios florales (25 a 35 días de

la emergencia) hasta el llenado de las vainas (85 - 90 d.d.e.) Entre la floración y el inicio del llenado de las vainas se absorbe aproximadamente un 50% del total de nitrógeno requerido por la soya. La proporción de nitrógeno absorbido por la soya, proveniente de la fijación simbiótica, es muy variable (25% a más del 75%), por las condiciones del suelo, clima y manejo, reduciéndose por la aplicación de fertilizantes nitrogenados. El potasio es absorbido en cantidad notoriamente mayor que el fósforo y su rata de absorción es ligeramente más intensa entre la plena floración y la iniciación de la formación de vainas, pero disminuye unos días antes de que disminuya la del fósforo. (Frye Alberto, 1991, 258-259)

Se considera que la fijación simbiótica del nitrógeno en los nódulos leguminosos ocurre en la fracción soluble de los bacteroides, aunque el nitrógeno fijado se localiza fuera de esto. La soya como planta leguminosa, posee la facultad de asociarse simbióticamente al microorganismo del género Rhizobium y de esta manera abastecerse del nitrógeno que necesita para la síntesis de sus proteínas.

La inoculación bacteriana de las semillas con las diferentes razas de Rhizobium, según la especificidad de la planta huésped, ha llegado a ser con justificado motivo, una práctica muy usual en los países que las cultivan, y la inmensa cantidad de productos comerciales muestran que cada año crece el consumo de los diferentes nitro cultivos, pues ha sido plenamente comprobado el aumento en el

rendimiento de las cosechas con esta práctica. Cuando se siembra soya por primera vez aparece con frecuencia un fenómeno que los campesinos llaman "soya tricolor", se ha podido comprobar que esta relacionado con la nodulación de la planta, es decir, en un mismo terreno aparecen plantas amarillas (sin nódulos), plantas verde claro (con pocos nódulos) y verde oscuro (con nódulos abundantes). Por otro lado muchos de los suelos recién abiertos al cultivo de soya son suelos donde, previamente y por muchos años, ha sido cultivado algodón, cultivo fertilizado con altas dosis de nitrógeno, pudiéndose encontrar residuos tales que pueden afectar negativamente la simbiosis Rhizobium - Soya. Este nitrógeno residual es quizás la razón por la cual, en algunas ocasiones, cuando se siembra soya por primera vez, sin que se presenten nódulos radicales, los rendimientos son altos; también podría explicar la irregularidad de la nodulación de los primeros años de siembra, aunque este último hecho podría ser debido a un mal uso del inoculante. (Aguirre, 1985, 160)

Según Garassini (Garassini, 1978, 271), la formación de nódulos se efectúa de la siguiente forma: la bacteria penetra a la planta ya sea a través de los pelos radiculares o a través de las heridas y se ubica en la base de este, luego se multiplica dentro de la planta y penetra por las células sub-epidermales. El hilo de infección se ramifica en varias direcciones y pronto estas células se ven invadidas obligadas a crecer y multiplicarse rápidamente y es allí cuando se forman los

nódulos, cada uno contiene desde un millón hasta nueve mil millones de células bacterianas.

Entre los factores que afectan la simbiosis Rhizobium - soya está la infectividad, que se refiere específicamente a la capacidad de virulencia que tiene la bacteria para fijar nitrógeno atmosférico en el interior del nódulo. Se considera que la nodulación es efectiva cuando se fija nitrógeno atmosférico a la planta de soya y se reconoce porque presenta nódulos grandes y de color rojo o rosado al hacerles un corte transversal, también es apreciable la efectividad por el color verde de la planta. (Valera, 1980, 9)

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1 LOCALIZACION DEL ENSAYO**

La investigación se llevó a cabo en una parcela de la granja experimental del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, corregimiento de Gaira, municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena, ubicada a 7 m.s.n.m. con precipitación promedio anual de 800mm, temperatura media de 32°C y humedad relativa entre 70 y 72%. Sus coordenadas geográficas están entre los 74°7'-74°12' de longitud oeste y 11°11'-11°15' de latitud norte.

Este trabajo de investigación se realizó en un periodo de 6 meses, comprendido entre Noviembre de 2000 y abril de 2001.

### **2.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO**

Para este trabajo se utilizó la variedad de soya ( Glycine max L. Merrill) Valle 2000, y Soyica P-31 como testigo satélite; desarrolladas por el programa de oleaginosas del Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.) Se utilizó una distancia de siembra de 0,5m entre hileras y de 0,05m entre plantas. Cada parcela tuvo una longitud de 5m, 1m de ancho y 1m entre bloques, para un área total de ensayo de 400m<sup>2</sup>, un área efectiva de 200m<sup>2</sup>, con 20 parcelas de 10m<sup>2</sup> respectivamente. Se fertilizó por vía edáfica con el siguiente producto: 15-4-23-2-4, a los 15 días de germinado el cultivo.

La preparación de la parcela se llevó a cabo utilizando la labranza convencional, que consta de una arada y dos rastrilladas. La primera se realizó con un arado de discos y la segunda con un rastrillo californiano. Posteriormente se llevó a cabo el trazado de las parcelas, canales de riego y drenaje. Una vez terminado lo anterior se realizó la siembra utilizando un implemento de madera ideado por Jaime Galvis (tesista), el cual sirvió para realizar el ahoyado a una profundidad de 4cm y a la distancia de siembra antes mencionada (anexo O), dejando 2 semillas por sitio.

### **2.3 MATERIAL VEGETAL**

La variedad valle 2000 fue obtenida por los investigadores de la regional 5 en el Centro de Investigación Palmira, contando con la financiación del Fondo Nacional de la Soya, COAGRO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

La línea 2000 en condiciones normales de campo produce 3215 Kg /Ha, mientras que la soyica P- 34 solo alcanza 2850 Kg/Ha. Es bastante precoz, pues se cosecha a los 112 días. Su período de floración es de 40 días y su madurez fisiológica de 92 días. La altura de la planta está entre los 60 y los 80 cm llega a tener hasta 37 vainas por planta. Las hojas, de color verde claro, rechazan los insectos comedores de follaje. (Crisomélidos) La variedad Corpoica Valle 2000 es tolerante a las principales enfermedades de la soya como: Ojo de rana (Cercospora rijiina Ell y Ev), Mildeo veloso (Peronospora manchurica Beerck), Pústula bacterial, Complejo de virus, entre otras. Lo cual significa una disminución en las aplicaciones de químicos y menos contaminación del medio ambiente. (Ministerio de Agricultura, 2000, 5)

El material que se utilizó como testigo satélite fue la variedad de soya Soyica P-31, obtenida por hibridación del Hole 3 y la P 1-307861, donde se combinaron las mejores características de ambos progenitores.

La variedad soyica P-31 fue obtenida al igual que la variedad valle 2000 por CORPOICA en su programa de leguminosas, de granos y de oleaginosas anuales, en el Centro Nacional de Investigación Palmira (Valle), por cruce entre variedades. La variedad P-31 es una planta poco ramificada y tiene un secamiento uniforme, es altamente resistente a la dehiscencia y volcamiento. La semilla es de color amarillo, la altura de iniciación y de formación de vainas con respecto al suelo está entre 12 y 14 cm; el contenido de aceite es de 18% y el porcentaje de proteínas es de 41%. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1984, 14-15)

La Soyica P-31 presenta poca ramificación, uniformidad en su secamiento y alta resistencia al volcamiento y a la dehiscencia. El promedio de producción en condiciones de campo esta variedad ha sido de 2.500Kg/Ha. Esta variedad presenta además resistencia a muchas enfermedades como Mildeo veloso (Peronospora manchurica Beerk); mancha de ojo de rana (Cercospora rijina Ell y Ev) y tolerancia a la bacteriosis (Pseudomona glycine Smith) y a los comedores de follaje.

#### **2.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN EL ENSAYO**

Suelo con textura franco-arenosa, ligeramente ácido presentando niveles altos

de fósforo, calcio, magnesio, manganeso, cinc, hierro y cobre; con nivel medio de potasio; y bajo en nitrógeno, y materia orgánica. (ver anexo Ñ) La relación C/N es baja (12:1) indicando que la mayor parte del nitrógeno se mineraliza en el proceso de descomposición del material orgánico. La relación Ca/Mg es de 2/1 indica que el suelo requiere aplicaciones de magnesio y la relación Mg/K es de 15,5 encontrándose en el rango normalmente aceptado (10 - 20). (Canchano, 1995, 123-163)

## 2.5 INOCULACIÓN

Se utilizó la bacteria Rhizobium japonicum (Kirchner) cepa ICA J01, la cual recomienda el Laboratorio de Suelos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) para la Costa Atlántica en dosis de 5g de inoculante comercial por kilogramo de semilla. (ver anexo Q)

Este microorganismo (bacteria) tiene la forma de un bastón pequeño, capacitado para penetrar por los poros radiculares de las leguminosas y una vez se ha establecido en los tejidos de las raíces pasa a ser un microorganismo con movimiento que luego produce formas bacteroides, las cuales son las

encargadas del proceso de simbiosis.

## **2.6 DISEÑO METODOLÓGICO**

**2.6.1 Diseño.** El trabajo de investigación se montó en un diseño de bloques al azar, con cuatro replicas.

**2.6.2 Tratamientos.** El ensayo constó de cuatro tratamientos y un testigo satélite como sigue:

T1 = variedad Valle 2000 fertilización normal sin inóculo.

T2 = variedad Valle 2000 fertilización normal + inóculo.

T3 = variedad Valle 2000 sin fertilización + inóculo.

T4 = variedad Valle 2000 sin fertilización y sin inóculo.

T5 = testigo satélite P-31.

## **2.7 DESARROLLO DEL ENSAYO**

**2.7.1 Inoculación y siembra.** La semilla se inoculó antes de la siembra con la

bacteria Rhizobium japonicum cepa ICA J01; para este proceso se siguieron las instrucciones del fabricante como sigue:

- Se colocó el contenido del inoculante (5g/Kg de semilla) en un beaker de 1000 ml.
- Se agregó una solución de azúcar al 10% (500ml solución/200g de semilla).
- Se mezcló bien. Se agregaron las semillas a la solución y se dejaron allí por 30 minutos.
- Se esparcieron sobre un papel periódico y se dejaron secar a la sombra.

Concluido este proceso se sembraron las semillas utilizando el sistema de ahoyado y depositando dos semillas por sitio a una distancia de 5cm entre planta y 50cm entre surco. A los 15 días después de haber germinado el cultivo se realizó un raleo, quedando una población de 200 plantas por unidad experimental.

**2.7.2 Riego.** Esta práctica se realizó diariamente desde la siembra hasta una semana antes de la cosecha, se aplicó riego por inundación de los surcos.

**2.7.3 Fertilización.** Una sola vez a los 15 días después de germinado de la

siguiente manera: Se aplicó el fertilizante en bandas a lo largo de cada hilera en dosis de 50,0 gr por cada una, teniendo en cuenta que la aplicación por hectárea es de 200 Kg.

**2.7.4 Control fitosanitario.** El manejo de malezas fue mecánico, con pala, machete o a mano, realizándose periódicamente hasta que el cultivo cerró calle. Las malezas de hoja ancha predominantes en el lote fueron Ipomoea sp. (batatilla), Amaranthus dubius (bledo); las de hoja angosta fueron Cyperus rotundus (coquito) y Cenchorus browninii (cadillo).

Las plagas que se presentaron no causaron daño económico, razón por la cual ni hubo necesidad de hacer control sobre Spodoptera sp., Diabrotica sp., y Ceratoma sp.

Con respecto a las enfermedades, hubo presencia de virosis, la cual se manejó sacando las plantas afectadas del lote y luego se quemaron.

## **2.8 PARÁMETROS EVALUADOS**

**2.8.1 Días de germinación a floración.** Los datos para evaluar este punto fueron tomados cuando el 50% de las plantas de cada parcela hubieron florecido.

**2.8.2 Días de floración a cosecha.** Estos datos fueron tomados cuando la totalidad de las plantas de cada parcela estuvieron secas.

**2.8.3 Número promedio de nódulos por tratamiento.** Para determinar este parámetro se tomaron 5 plantas al azar de cada parcela y se les cortaron los nódulos de las raíces, luego se contaron y se dividió este valor entre el número de plantas para obtener un promedio.

**2.8.4 Peso promedio en gramos de nódulos por tratamiento.** Los nódulos contabilizados anteriormente se sometieron a un proceso de secado en un horno a 60°C durante 48 horas. Posteriormente se pesaron y se promediaron.

**2.8.5 Número promedio de vainas por planta.** Se tomaron al azar 5 plantas de las hileras centrales y a 50cm de los bordes de cada parcela y se contó el número de vainas de cada una de estas plantas promediándose este valor.

**2.8.6 Número promedio de granos por vaina.** Se tomaron al azar 50 vainas por cada parcela, se contó el número de granos que contenía cada una promediándose estos valores.

**2.8.7 Peso promedio en gramos de 100 granos.** Se tomaron 100 semillas por cada tratamiento, se pesaron y se promediaron.

**2.8.8 Peso promedio en kilogramos por tratamiento.** Para este parámetro se tuvo en cuenta solo las hileras centrales de cada parcela y a 50cm de los bordes, se cosecharon todas las plantas de estas hileras llevando estos datos a Kg/tratamiento.

**2.8.9 Altura promedio en centímetros de inserción de la primera vaina.** Para medir este parámetro se tomaron 5 plantas al azar por cada tratamiento y se midió la distancia a partir del cuello de las raíces hasta la primera vaina, promediándose estas distancias.

## **2.9 FERTILIZANTE**

Para la nutrición de las plantas de este ensayo se empleó el fertilizante 15-4-23-2-4. Con las respectivas especificaciones porcentuales: Nitrógeno amoniacal 8.5, Nitrógeno nítrico 6.5, Fósforo asimilable ( $P_2O_5$ ) 4.0, Potasio soluble ( $K_2O$ ) 23.0, Azúfre 2.0, Magnesio ( $MgO$ ) 4.0, Bóro 0.1, Cinc 0.1, Cobre 0.04,

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

#### **3.1 DÍAS PROMEDIO DE GERMINACION A FLORACIÓN**

Los resultados obtenidos para este parámetro se encuentran consignados en la tabla 1, correspondiendo el menor tiempo en días al tratamiento T-1 (fertilización normal sin inóculo) con 27,3 días en promedio y el mayor tiempo al T-3 (sin fertilización con inóculo) con 28,3 días promedio. El análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre tratamientos, por lo cual se puede decir que el fertilizante y la inoculación no influyeron en la precocidad o tardanza de la floración. (ver anexo A)

El período de germinación a floración tanto de la variedad valle 2000 y P-31 osciló entre 27 a 28 días, estos datos se encuentran por debajo del rango de días obtenidos por Cantillo (Cantillo y Obduber, 1998, 47) quienes en su ensayo con la variedad P-31 encontraron que el período de germinación a floración osciló de 30 a 33 días.

Tabla 1. Promedios obtenidos para los días de germinación a floración de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	27	26	29	27	109	27.3
Fert + inóculo	27	27	29	29	112	28.0
Sin fert + inóc	28	29	28	28	113	28.3
Sin fert - inóc	26	27	28	28	109	27.3
P 31 satélite	28	28	27	28	111	27.8

### **3.2 DÍAS DE FLORACIÓN A COSECHA**

Los resultados obtenidos en este parámetro muestra que el tratamiento más precoz fue el tratamiento T-5 (variedad P-31 sin fertilización y sin inoculación) con 79,8 días promedio y el menos precoz fue el tratamiento T-2 (variedad 2000 con fertilización e inoculada) con 87,5 días promedio. (ver tabla 2)

El análisis de varianza (ver anexo B) para este parámetro mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual permite decir que hubo un comportamiento distinto en la toma de nutrientes por las plantas en los días de floración a cosecha. La prueba de Tuckey (ver anexo C) confirma que el T-5 (P-31 sin fertilizar y sin inocular) fue el que menos tiempo (días) necesitó para ser cosechado, es decir, presentó mayor precocidad con respecto a los otros tratamientos; pero este dato de 79,8 días es muy alto comparado con 49,8 días de precocidad que obtuvo Bermúdez. (Bermúdez, 2000, 44)

### **3.3 ALTURA PROMEDIO EN CENTIMETROS DE INSERCIÓN DE LA PRIMERA VAINA**

La tabla 3, muestra los datos obtenidos para este parámetro, en esta se observa

Tabla 2. Promedios obtenidos para los días de floración a cosecha de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	83	82	85	83	333	83.3
Fert + inóculo	86	86	89	89	350	87.5
Sin fert + inóc	84	85	84	84	337	84.3
Sin fert - inóc	82	83	84	84	333	83.3
P 31 satélite	80	80	79	80	319	79.8

Tabla 3. Promedios obtenidos para la altura en centímetros de inserción de la primera vaina en cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio (cm)
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	13.0	13.0	13.3	8.8	48.1	12.0
Fert + inóculo	11.6	16.0	11.1	8.3	47.0	11.8
Sin fert + inóc	13.1	11.1	8.8	11.0	44.0	11.0
Sin fert - inóc	10.3	9.0	11.1	8.3	38.7	9.6
P 31 satélite	14.0	12.5	13.3	11.0	50.8	12.7

que el tratamiento T-4 (sin fertilizarse y sin inocularse) presentó la menor distancia de inserción de la primera vaina con 9,6 cm promedio y la mayor distancia la presentó el T-5 (P-31 sin fertilizarse y sin inocularse) con 12,7 cm de promedio. Según los parámetros establecidos para la recolección mecánica de la soya estas distancias son apropiadas, debido a que la altura por debajo de los 5 cm la maquina puede presentar problemas con obstáculos en el suelo, ya sean promontorios de tierra, piedras, etc. y la pérdida de vainas.

El análisis de varianza (ver anexo D) no mostró diferencia significativa, por lo que se puede decir que los tratamientos se comportaron de manera similar.

### **3.4 NÚMERO PROMEDIO DE NÓDULOS POR TRATAMIENTO**

En la tabla 4, se puede observar que el mayor número de nódulos se presentó en el tratamiento T-2 (fertilizado e inoculado) con 328,5 nódulos y el tratamiento T-3 (sin fertilizarse y con inóculo) con 193 nódulos presentó el menor promedio; los demás tratamientos no presentaron nodulación. La cantidad de nódulos promedio que presentó el T-2 fue superior a la obtenida por Bermúdez (Bermúdez, 2000, 25) y Cantillo (Cantillo y Obduber, 1998, 37) de 268,2 y 168,5 nódulos respectivamente.

Tabla 4. Promedios obtenidos para número de nódulos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fert + inóculo	303	332	328	351	1314	328.5
Sin fert + inóc	207	102	204	259	772	193
Sin fert - inóc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P 31 satélite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

El análisis de varianza para este parámetro (ver anexo E) arrojó una diferencia altamente significativa, indicando que los tratamientos se comportaron de distintas maneras. En la prueba de Tuckey (ver anexo F) se aprecia que la diferencia en la cantidad de nódulos entre la variedad de soya Valle 2000 fertilizada e inoculada (T-2) y los tratamientos que no fueron inoculados es amplia, es decir, sólo se presentaron nódulos en los tratamientos que se inocularon.

Al hacer la correlación entre el número promedio de nódulos y el peso promedio en Kg/tratamiento (ver figura 1) se obtuvo una  $r = 0,76$ ; por lo que se puede decir que hubo una buena relación entre las variables, por lo tanto el número de nódulos influyó en el rendimiento.

### **3.5 PESO PROMEDIO EN GRAMOS DE NÓDULOS SECOS POR TRATAMIENTO**

En la tabla 5, se aprecia que el mayor peso promedio lo presentó el tratamiento T-2 (fertilizado e inoculado) con 1,64 gramos y el menor peso lo presentó T-3 (sin fertilizante y con inóculo) con 0,70 gramos.

$$r = 0,76$$

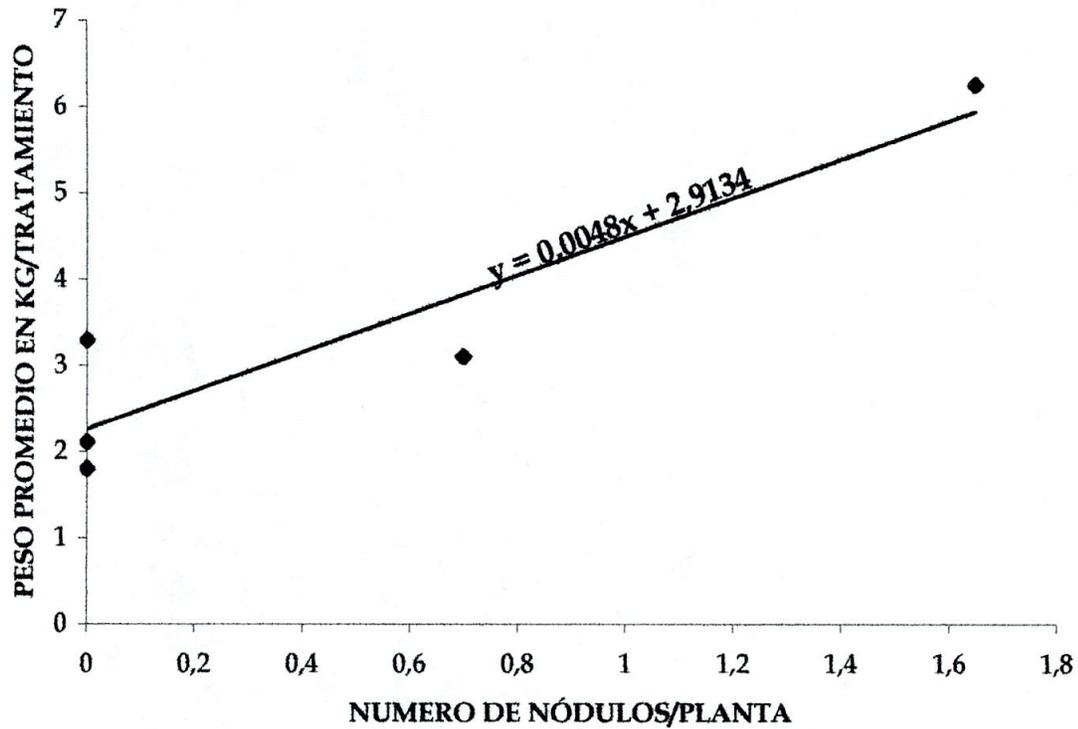


Figura 1. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de nódulos y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tabla 5. Promedios obtenidos para peso en gramos de nódulos secos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio (gr)
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	0	0	0	0	0	0
Fert + inóculo	1.62	1.6	1.6	1.7	6.58	1.65
Sin fert + inóc	1.01	0.5	1	0.3	2.8	0.7
Sin fert - inóc	0	0	0	0	0	0
P 31 satélite	0	0	0	0	0	0

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa; indicando gran diferencia entre los tratamientos y al realizar la prueba de Tukey se observó diferencia altamente significativa entre los tratamientos que se inocularon T-2 y T-3, y los tratamientos T-1, T-4 y T-5 que no fueron inoculados. (ver Anexos G, H)

Al correlacionar el peso seco promedio de los nódulos con el rendimiento (ver figura 2) se obtuvo una  $r = 0,626$  lo que indica que hubo buena relación entre las variables y este parámetro influyó en la producción.

### **3.6 NUMERO PROMEDIO DE GRANOS POR VAINA**

Los resultados para este parámetro se encuentran en la tabla 6, en la cual se puede observar que los mayores promedios de granos por vaina se presentaron en los tratamientos T-5 (P-31) y T-2 (valle 2000 fertilizada e inoculada) con 2,57 granos y el menor promedio se presentó en el tratamiento T-4 (Sin fertilizante y sin inóculo) con 2,45 granos. El número promedio que resultó es bajo comparado con 2,64 granos obtenido por Bermúdez. (Bermúdez, 2000, 47)

$$r = 0,626$$

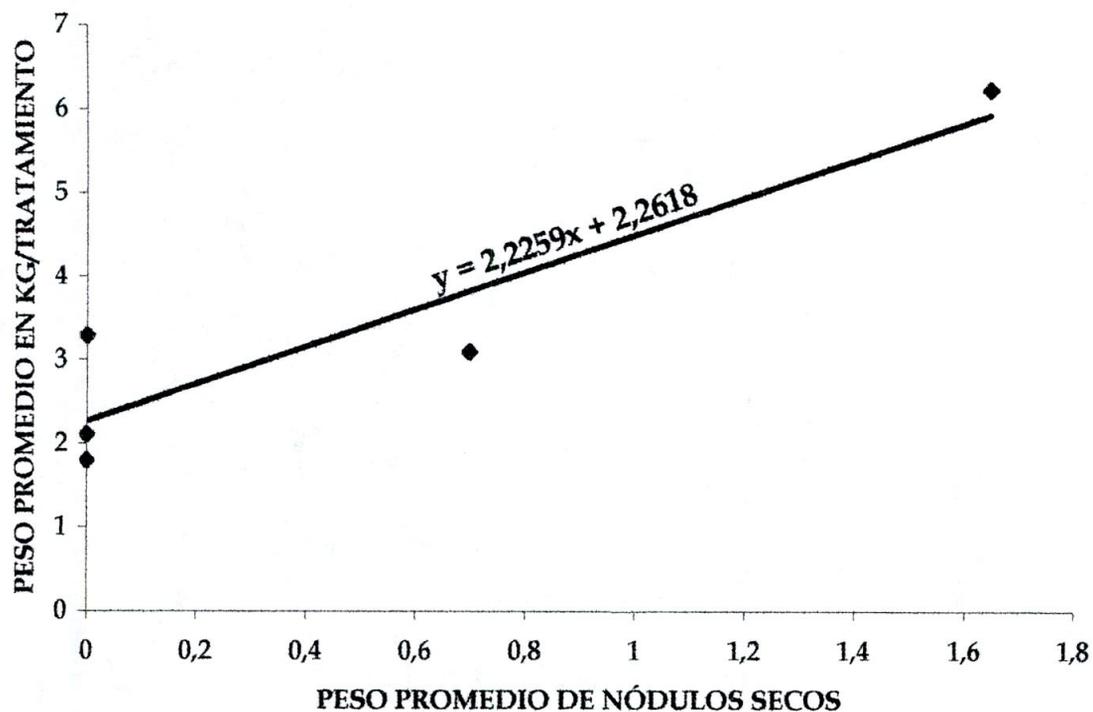


Figura 2. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para peso en gramos de nódulos secos y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tabla 6. Promedios obtenidos en el número de granos por vaina para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	2.7	2.5	2.3	2.6	10.1	2.53
Fert + inóculo	2.5	2.6	2.6	2.6	10.3	2.58
Sin fert + inóc	2.5	2.4	2.4	2.7	10.0	2.50
Sin fert - inóc	2.6	2.3	2.3	2.6	9.8	2.45
P 31 satélite	2.3	2.4	2.6	2.5	9.8	2.45



El análisis de varianza no mostró diferencia significativa, lo cual indica que los tratamientos se comportaron con mucha similitud en la producción de granos por vaina y la fertilización e inoculación no incidieron en este parámetro. (ver anexo I)

En cuanto a la correlación entre el número de granos por vaina y el peso en Kg/tratamiento (ver figura 3) se obtuvo una  $r = 0,4984$  encontrándose poca relación entre las variables indicando que el número de granos por vaina fue poco determinante para el rendimiento; mientras que este mismo parámetro correlacionado con número de nódulos (ver figura 4) dio un valor de  $r = 0,5714$ , lo cual indica que hubo buena relación entre las variables. Se puede decir que la nodulación influyó en el aumento del número de granos por vaina.

### **3.7 NÚMERO PROMEDIO DE VAINAS POR PLANTA**

En la tabla 7, se presentan los promedios para este parámetro, donde se puede observar que el mayor promedio lo presentó el tratamiento T-4 (variedad Valle 2000 sin fertilización y sin inóculo) con 77,7 vainas por planta y el menor lo presentó el T-1 (variedad Valle 2000 solamente fertilizada) con 42,6 vainas por planta.

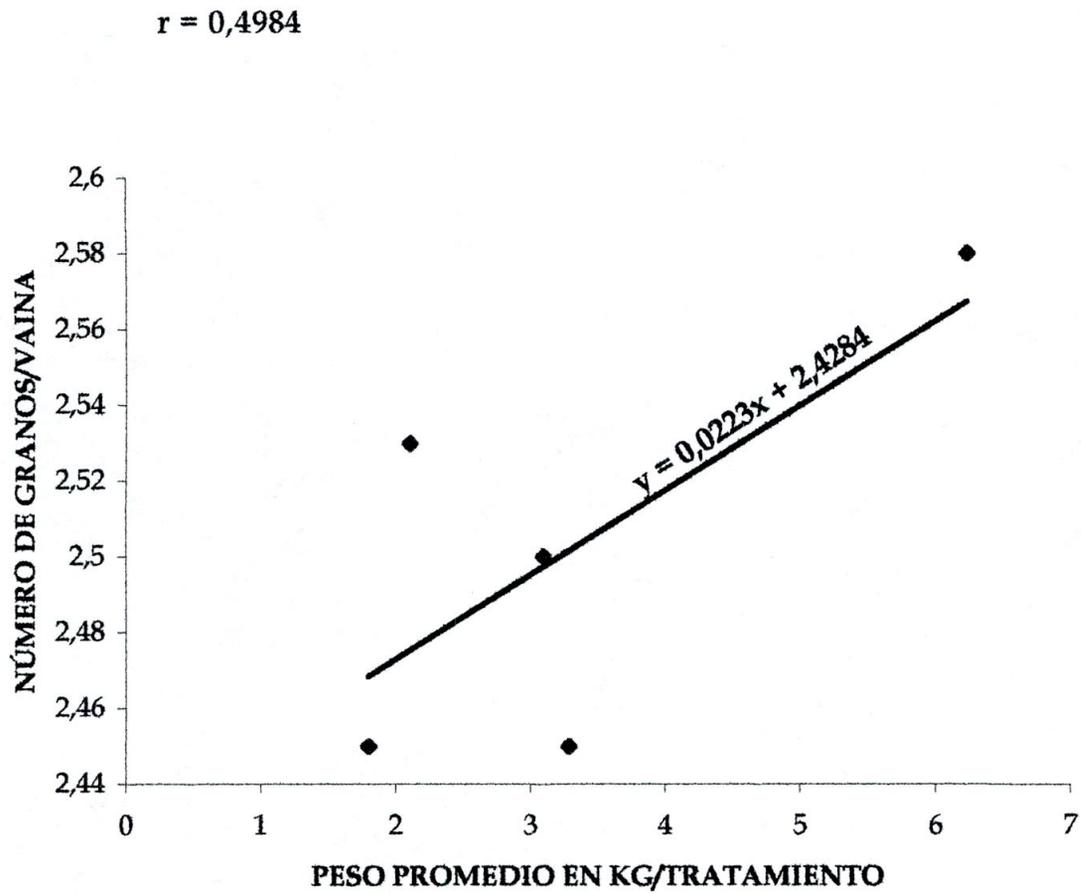


Figura 3. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de granos por vaina y el peso en kilogramos de cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

$$r = 0,5714$$

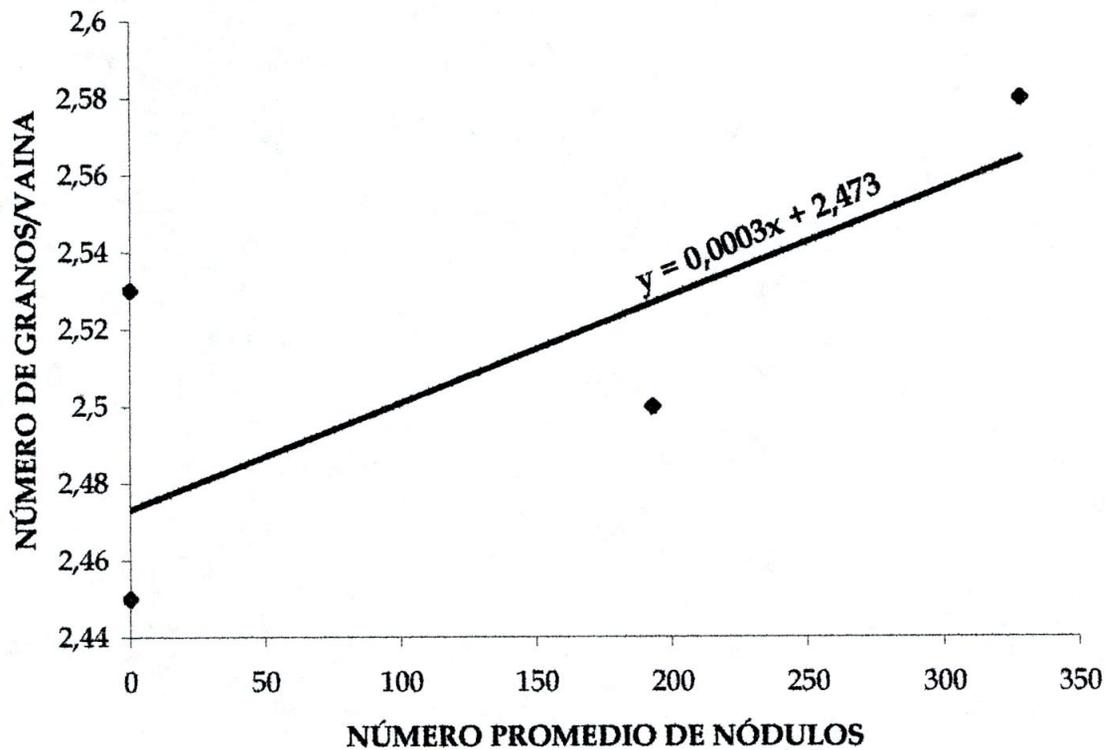


Figura 4. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de granos por vaina y número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tabla 7. Promedios obtenidos para el número de vainas por planta para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	39.8	42.2	50.4	38.0	170.4	42.6
Fert + inóculo	69.5	70.2	72.1	68.3	280.1	70.0
Sin fert + inóc	61.5	62.7	68.3	60.2	252.7	63.1
Sin fert - inóc	78.0	77.2	80.0	75.6	310.8	77.7
P 31 satélite	72.8	75.3	73.6	70.7	292.4	73.1

El respectivo análisis de varianza (ver Anexo J) mostró diferencia altamente significativa, por lo cual se puede decir que los tratamientos no se comportaron de manera similar en el promedio de vainas por planta. La prueba de Tuckey (ver anexo K) determina que los tratamientos fertilizados (T-1) y (T-2); difieren estadísticamente por su baja cantidad de vainas con los demás tratamientos.

Al observar la correlación entre el número de vainas por planta y el peso promedio en kilogramos por tratamientos (ver figura 5) se obtuvo una  $r=0,092$  lo que determinó que no hubo relación entre las variables; este parámetro no influyó en el rendimiento.

La correlación entre el número de vainas y el número de nódulos, arrojó una  $r = 0,016$  (ver figura 6) indicando que la relación entre las variables fue nula; es decir que la nodulación no afectó el número de vainas por planta.

De acuerdo con los resultados se puede decir que el fertilizante afectó al número de vainas por planta de manera negativa, pues las cantidades más bajas las presentaron los tratamientos que fueron fertilizados.

$$r = 0,092$$

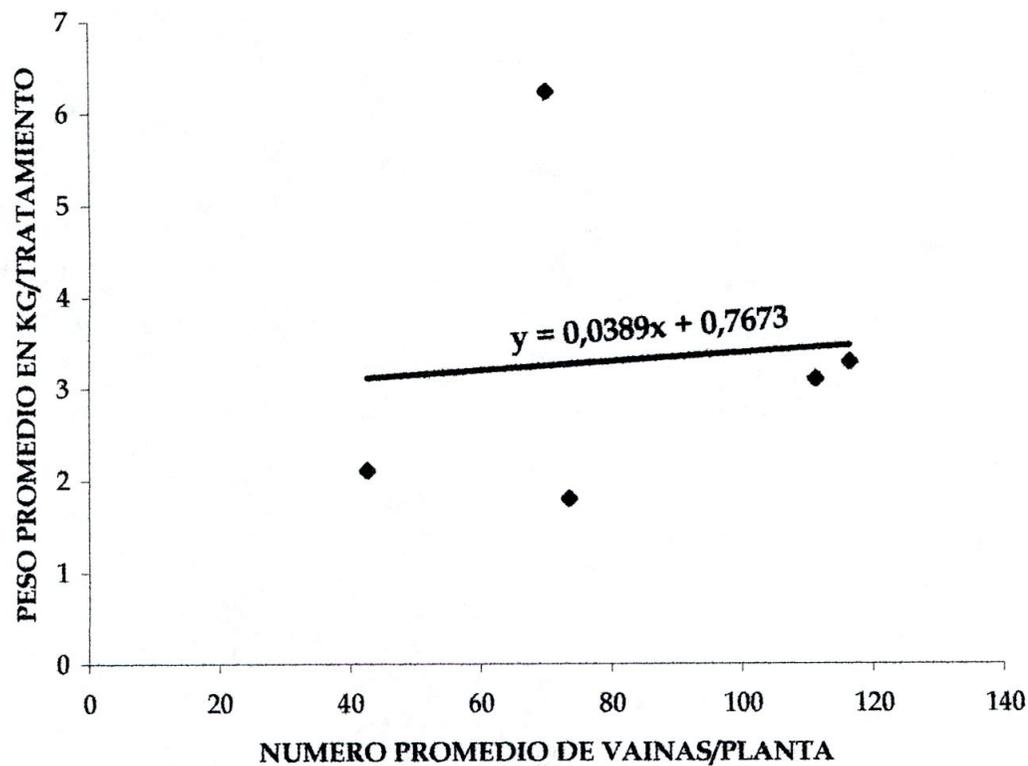


Figura 5. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de vainas por planta y el promedio en kilogramos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

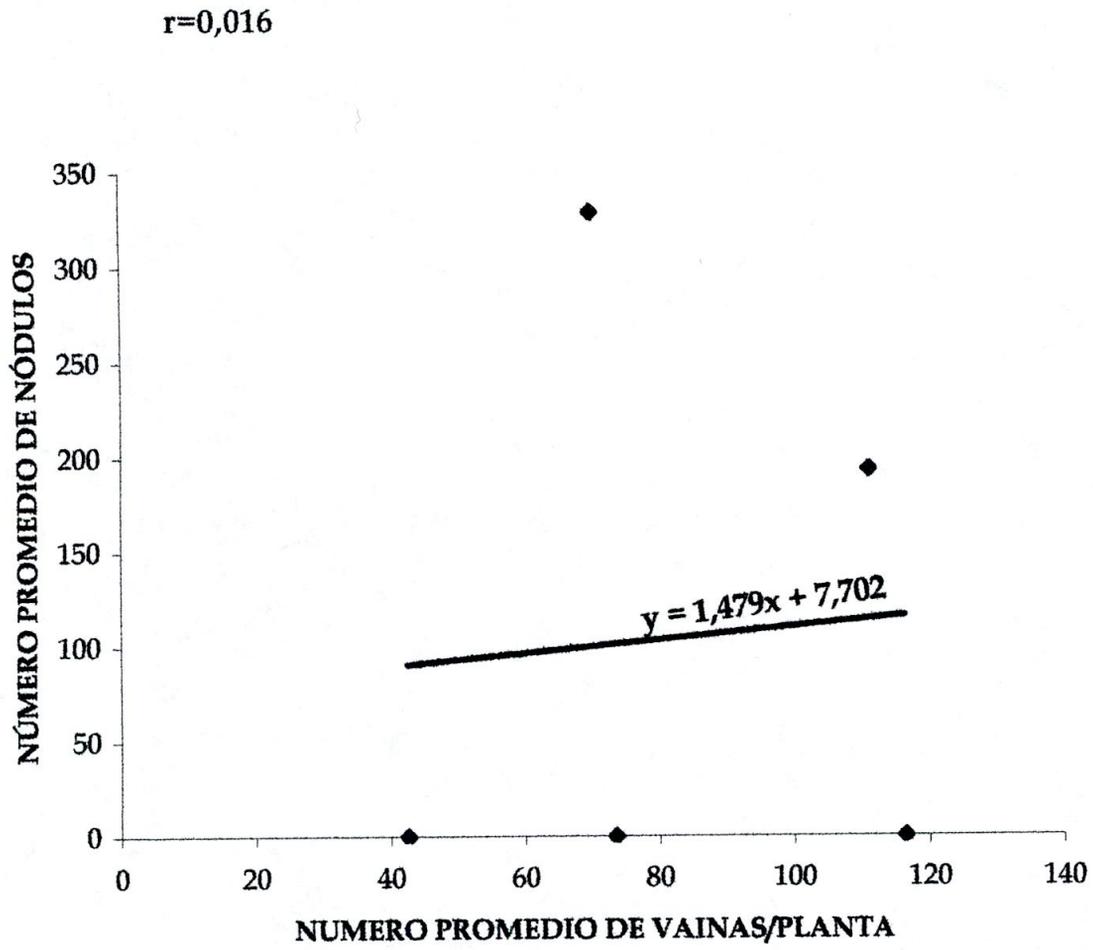


Figura 6. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para número de vainas por planta y el número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

### 3.8 PESO PROMEDIO EN GRAMOS DE CIEN (100) GRANOS

Los resultados obtenidos en este parámetro muestran con el mayor promedio al tratamiento T-2 (variedad Valle 2000 fertilizada e inoculada) con 24,21g. y el menor promedio el T-5 (variedad P-31 Sin fertilizante y sin inóculo) con 14,28g (Ver tabla 8). El T-5 dio un promedio similar a los obtenidos por Cantillo (Cantillo y Obduber, 1998, 57) y Bermúdez (Bermúdez, 2000, 36) que fueron de 13,4 y 13,28 gramos promedio respectivamente, los cuales trabajaron con variedad de soya P-31.

El análisis de varianza (ver anexo L) mostró diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica diferencias entre una variedad y otra. La prueba de Tuckey (ver anexo M) define claramente que los granos de la variedad de soya P-31 sin ser fertilizada e inoculada pesan menos que los de la variedad Valle 2000 fertilizada e inoculada. La correlación lineal entre el peso promedio de 100 granos y el peso promedio en Kg/tratamiento (ver figura 7) presentó una  $r = 0,8597$ ; lo cual indica que hubo muy buena relación entre las variables. El peso de los granos fue determinante en el rendimiento; en la correlación entre el peso promedio de 100 granos y el número promedio de nódulos (Ver figura 8) también fue muy buena la relación entre las variables con una  $r = 0,8413$ ,

Tabla 8. Promedios obtenidos en el peso (en gramos) de 100 granos para cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (Glycine max L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio (gr)
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	12.08	12.18	22.25	20.05	66.56	16.64
Fert + inóculo	24.33	23.30	22.85	26.37	96.85	24.21
Sin fert + inóc	20.55	23.31	18.90	20.31	83.07	20.76
Sin fert - inóc	13.87	19.12	20.12	21.14	74.25	18.56
P 31 satélite	20.54	11.24	12.57	12.78	57.13	14.28

$$r = 0,8597$$

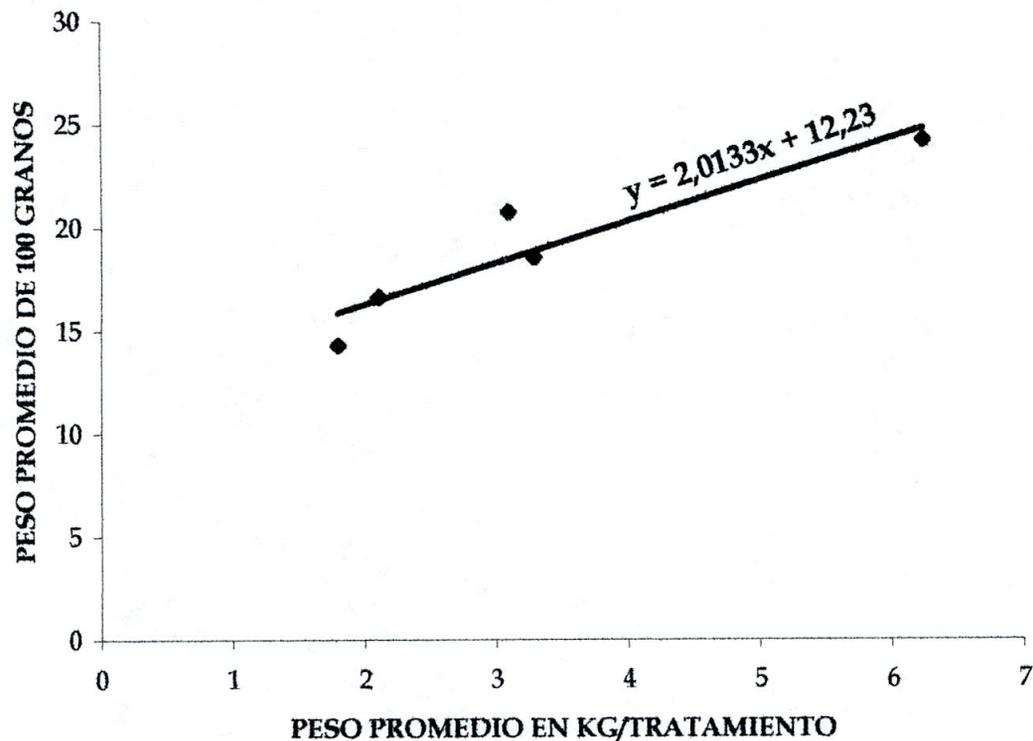


Figura 7. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para el peso de 100 granos y el peso en kilogramos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta

$$r = 0,8413$$

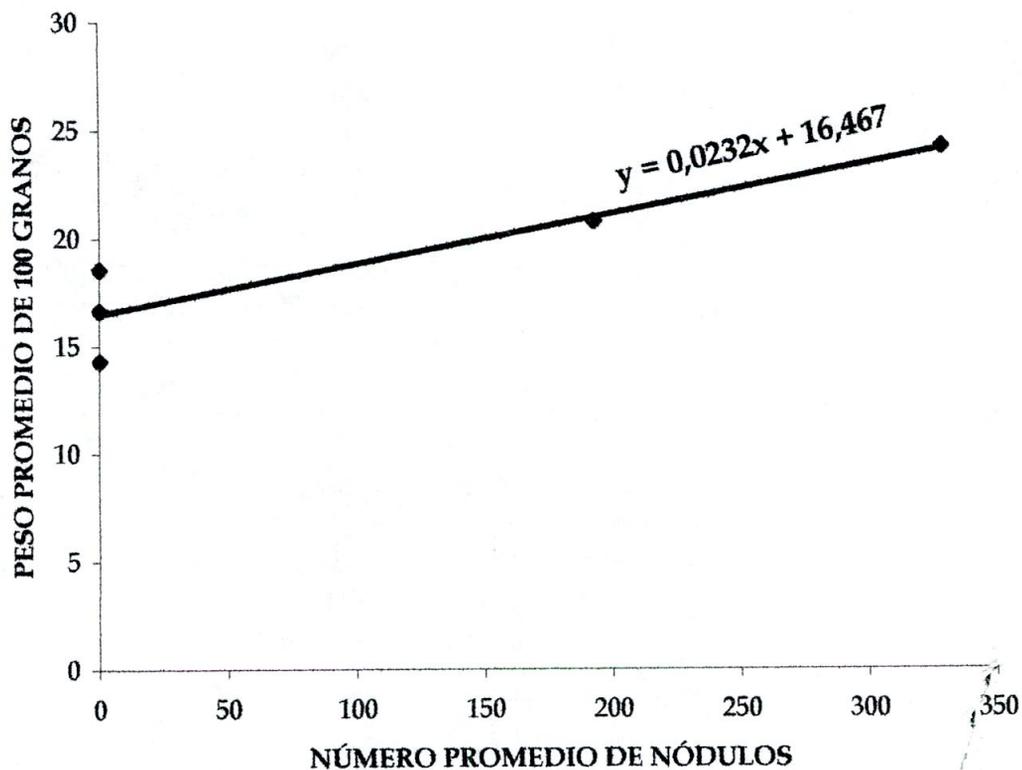


Figura 8. Correlación lineal entre Promedios obtenidos para peso de 100 granos y el número de nódulos por tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soja (Glycine max (L.) Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

es decir, el peso de los granos fue afectado directamente por la nodulación.

### **3.9 PESO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR TRATAMIENTO**

En la tabla 9 se presentan los rendimientos en Kg/ tratamiento, donde el tratamiento con mayor peso es el T-2 (variedad Valle 2000 fertilizada e inoculada) con 6.24 Kg de promedio, y el de menor peso fue el T-5 (variedad P-31 sin fertilizarla y sin inocularla) con 1.80 Kg en promedio por tratamiento.

El análisis de varianza (ver anexo N) no arrojó diferencia significativa, se puede afirmar que los tratamientos estadísticamente tuvieron un rendimiento similar.

Al llevar estos promedios a Kilogramos por hectárea, se puede observar que el de la variedad de soya Valle 2000 fertilizada e inoculada (T-2), produjo un rendimiento de 12480 Kg/Ha; el tratamiento de la Valle 2000 sin fertilización y sin inóculo (T-4) tuvo un rendimiento de 6580 Kg/Ha y el tratamiento con la variedad de soya P-31 sin fertilizarse e inocularse (T-5), dio un rendimiento de 3600 Kg/Ha.

Tabla 9. Promedios obtenidos para el peso en kilogramos de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de la soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Tratamientos	Bloques				Suma	Promedio en Kg
	I	II	III	IV		
Fert - inóculo	1.836	0.476	4.071	2.082	8.467	2.116
Fert + inóculo	5.532	4.071	2.017	3.756	24.982	6.245
Sin fert + inóc	4.215	3.875	2.275	2.060	12.426	3.106
Sin fert - inóc	0.422	3.628	3.628	2.403	13.188	3.297
P 31 satélite	3.711	0.653	0.756	2.116	7.237	1.809

La variedad de soya Valle 2000 en los suelos del distrito de Santa Marta con 12480 Kg/ha mostró mayor rendimiento que el obtenido por CORPOICA Palmira (Valle) con 3215 Kg/ha.

#### 4. CONCLUSIONES.

1. La buena adaptabilidad de la variedad de soya Valle 2000 en los suelos del distrito de Santa Marta se vio reflejada por su alta producción (6580 Kg/ha).
2. La variedad de soya Valle 2000 se puede cosechar mecanizadamente sin ningún problema, pues la altura de inserción de la primera vaina es superior a la altura mínima (8-10 cm) requerida para esta labor.
3. La variedad Valle 2000 fue menos precoz con 116 días que la variedad P-31 con 107 días.
4. La variedad Valle 2000 superó en rendimiento a la P-31 en los suelos del distrito de Santa Marta, con una producción de 6,5 y 3,6 Ton/Ha respectivamente.
5. La nodulación influyó en el número de vainas y peso de los granos en la

variedad Valle 2000, factores que tuvieron una alta incidencia en el rendimiento de esta.

6. Los nitratos aportados por el fertilizante afectaron positivamente la simbiosis Rhizobium-soya, presentando mayor cantidad de nódulos y a su vez mayor rendimiento (T-2 con 12480 kg/ha).

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, J. F. et al. Diferencias en nodulación y producción de granos de soya al inocular suelo o semilla. En : Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas : Turrialba. Vol. 42, Nº 2 (abr. - Jun. 1985); p. 159-164

BERMÚDEZ DIAZ, Jeinis José. Evaluación de tres fuentes orgánicas en la simbiosis Rhizobium - Soya (Glycine max L. Merrill ) en suelos de la granja experimental del SENA agropecuario de Santa Marta. Santa Marta, 2000, 85 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) : Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería agronómica.

CANCHANO, Eliécer. Uso y manejo de suelos. Santa Marta, 1995. p. 123-163.

CANTILLO, Fabian y OBDUBER, Jasibe. Efectos de tres fuentes nitrogenadas sobre la simbiosis Rhizobium - Soya (Glycine max L. Merrill) bajo el sistema hidropónico. Santa Marta, 1998. 84 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) : Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica.

FRYE, Alberto. Soya. En : Fertilización de cultivos en clima cálido : Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (1991); p. 253-260

GUERRERO, A. Cultivos herbáceos extensivos. Madrid : Mundi-prensa, 1977. 323 p.

GARASSINI, Luis A. Microbiología: fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Venezuela : Universidad Central de Caracas, 1978 p. 271

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. ICA informa. Vol 18, N° 2 (abr.-jun. 1984); p. 14-15

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Santa Fé de Bogotá. (may.- jun. 2000); p.5

OLIVARES SAENS, Emilio. Paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2,5. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

ORTIZ, Gloria. Requisitos nutricionales de la soya. En : La soya en la agroindustria 30 años. Vol. 35 (ene.- jun. 1990); p. 19-22

STANTON, W. R. et al. Leguminosas de granos africanos. 1 ed. México : Publicidad Artística Litográfica, 1971. p. 88-94.

VALERA, Raúl. El inoculante de la soya. En : COAGRO, N° 27 (mar/abr 1980) p 9.

# **ANEXOS**

Anexo A. Análisis de varianza para los días de germinación a floración por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	3.4	1.133	1.46 N.S.	3,49	5,95
Tratamientos	4	3.2	0.800	1.00 N.S.	3,26	5,41
Error	12	9.5	0.799			
Total	19	16.2				

N.S. = No significativo

C.V. = 3.23%

Anexo B. Análisis de varianza para los días de floración a cosecha por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	5.2	1.7	1.62N.S.	3,49	5,95
Tratamientos	4	122.7	30.6	28.78**	3,26	5,41
Error	12	12.7	1.06			
Total	19	140.7				

N.S. = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

C.V. = 1.24%

Anexo C: Prueba de Tuckey para los tratamientos de días de floración a cosecha en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

		Fert + inóc	Sin fert+inóc	Fert - inóc	Sin fert - inóc	P - 31
		87.5	84.3	83.3	83.3	79.8
P - 31	79.8	7.7*	4.6	3.5	3.5	0
Sin fert - inóc	83.3	4.2	1	0	0	
fert - inóc	83.3	4.2	1	0		
Sin fert + inóc	84.3	3.2	0			
Fert + inóc	87.5	0				

7,65 \* Significativo

9,86 \*\* Altamente  
significativo

Anexo D. Análisis de varianza para la distancia en centímetros de inserción de la vaina por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	27.71	9.23	3.11 N.S	3,49	5,95
Tratamientos	4	21.336	5.33	1.79 N.S	3,26	5,41
Error	12	35.627	2.96			
Total	19	84.681				

N.S. = *No significativo*

C.V. = 15.07%

Anexo E. Análisis de varianza para el número de nódulos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	3146.20	1048.73	1.14 N.S.	3,49	5,95
Tratamientos	4	363075.18	90768.79	99.22**	3,26	5,41
Error	12	10976.81	914.73			
Total	19	377198.20				

N.S. = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

C.V. = 29.00%

Anexo F. Prueba de Tukey para los tratamientos de número de nódulos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merry1) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

		Fert + inóc	Sin fert+inóc	Fert - inóc	Sin fert - inóc	P - 31
		328.5	193	0	0	0
P - 31	0	328.5**	193	0	0	0
Sin fert - inóc	0	328.5**	193	0	0	
Fert - inóc	0	328.5**	193	0		
Sin fert + inóc	193	135.5	0			
Fert + inóc	328.5	0				
		235.3	* Significativo			
			** Altamente			
		303.4	significativo			

Anexo G. Análisis de varianza del peso seco promedio en gramos de los nódulos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.0619	0.0216	0.72 N.S.	3.49	5.95
Tratamientos	4	8.3848	2.0962	74.00**	3.26	5.41
Error	12	0.3399	0.0283			
Total	19	8.7867				

N.S.= No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

C.V. = 35.89%

Anexo H. Prueba de Tuckey para los tratamientos en peso seco promedio en gramos de nódulos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

		Fert + inóc	Sin fert+inóc	Fert - inóc	Sin fert - inóc	P - 31
		1.65	0.7	0	0	0
P - 31	0	1.65**	0.7	0	0	0
Sin fert - inóc	0	1.65**	0.7	0	0	
Fert - inóc	0	1.65**	0.7	0		
Sin fert + inóc	0.7	0.95	0			
Fert + inóc	1.65	0				

1.26 \* Significativo

1.63 \*\* Altamente significativo

Anexo I. Análisis de varianza para el número de granos por vaina en cada uno de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.0880	0.029	1.70 N.S	3,49	5,95
Tratamientos	4	0.0449	0.011	0.65 N.S	3,26	5,41
Error	12	0.2070	0.017			
Total	19	0.3400				

*N.S.* = *No significativo*

C.V. = 5.25%

Anexo J. Análisis de varianza para el número de vainas por planta de cada tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	106.64	35.54	8.51**	3.49	5.95
Tratamientos	4	3026.90	756.72	181.27**	3.26	5.41
Error	12	50.09	4.17			
Total	19	3183.64				

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

C.V. = 3.13%

Anexo K. Prueba de Tuckey para los tratamientos en el número de vainas por planta de cada tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

	Sin Fer-inóc	P-31	fert +inóc	Sin fert+inóc	Fert - inóc
	77.7	73.1	70.0	63.1	42.6
Fert - inóc	42.6	35.1**	30.5**	27.4**	20.5*
Sin fert+ inóc	63.1	14.6	10.0	6.9	0
fert +inóc	70.0	7.7	3.1	0	
P-31	73.1	4.6	0		
Sin fert- inóc	77.7	0			
		15.92*	Significativo		
		20.61**	Altamentesignificat		
			ivo		

Anexo L. Análisis de varianza para el peso promedio en gramos de cien (100) granos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	16.2075	5.40	0.38N.S.	3.49	5.95
Tratamientos	4	233.0112	58.25	4.10*	3.26	5.41
Error	12	170.1474	14.17			
Total	19	419.3662				

N.S. = No Significativo

\* = Significativo

C.V. = 19.93%

Anexo M. Prueba de Tuckey para el peso promedio en gramos de 100 granos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryll) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

	Fert + inóc	Sin fert+inóc	Sin Fert - inóc	fert - inóc	P - 31
	24.21	20.76	18.56	16.64	14.28
P - 31	14.28	9.93*	6.48	4.28	2.36
Sin fert - inóc	16.64	7.57	4.12	1.92	0
Fert - inóc	18.56	5.65	2.2	0	
Sin fert + inóc	20.76	3.45	0		
Fert + inóc	1.65	0			
		8.47*	Significativo		
		10.97**	Altamente significativo		

Anexo N. Análisis de varianza para el peso promedio en kilogramos por tratamiento en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
					0,05	0,01
Bloques	3	1.4483	0.48	0.20 N.S	3.49	5.95
Tratamientos	4	10.5560	2.63	1.13 N.S	3.26	5.41
Error	12	28.0212	2.33			
Total	19	40.0256				

N.S. = no significativo

C.V. = 57.03%

Anexo Ñ. Análisis de suelo en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

Textura	Franco arenosa
PH	6.9
M.O. (%)	1.6
C.E. (mmhos/cm)	0.35
N total (%)	0.08
P (ppm)	39.0
K (meq/100g)	0.17
Ca (meq/100g)	6.0
Mg (meq/100g)	2.64
Na (meq/100g)	0.20
C.I.C. (meq/100g)	9.01
Cu (ppm)	6.9
Fe (ppm)	98
Zn (ppm)	1.1
Mn (ppm)	6.1
P.S.I. (%)	2.21

Análisis realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad del Magdalena

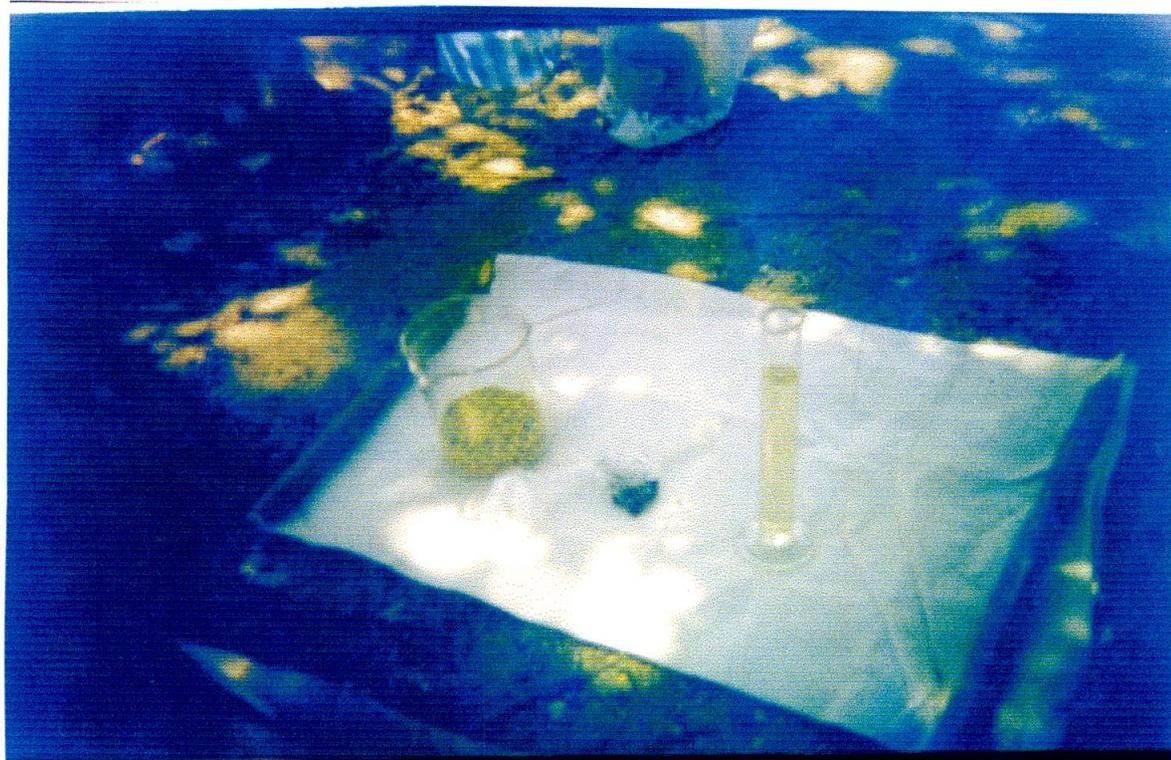
Anexo O. Caballete ahoyador, herramienta de madera ideado por Jaime Galvis para hacer hoyos de 4 cm de profundidad, 5 cm entre plantas y 50 cm entre hileras en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.



Anexo P. Ahoyado con el Caballete en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.



Anexo Q. Inoculación con la bacteria Rhizobium japonicum (Kircnier) en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.



Anexo R. Siembra en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merryl) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.



Anexo S. Riego por inundación de los surcos en la prueba de adaptabilidad de soya (Glycine max L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.



Anexo T. Producción de nódulos en los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta



Anexo U. Producción de los tratamientos en la prueba de adaptabilidad de soya (*Glycine max* L. Merrill) variedad Valle 2000 en suelos del distrito de Santa Marta.

