



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**DIRECCION DE POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN**



BIBLIOTECA "GONZALO" y "VALLOS G."  
E. I. M. C. P.

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN E  
INVESTIGACIÓN EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Bradyrhizobium japonicum*,  
BIOL Y SILICIO EN LA PRODUCCIÓN DE *Glycine max* L. (SOYA)**

**AUTOR :  
RAFAEL RODRIGO HORNA ZAPATA**



**GUAYAQUIL - ECUADOR  
2010**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**DIRECCION DE POSTGRADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION.**

**PROGRAMA DE MAESTRIA EN EDUCACION E INVESTIGACION EN**  
**AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE.**

**Rectores:**

Dr. M.Sc. Carlos Cedeño Navarrete **U.G.**  
Dr. Ph. D. Moisés Tagle Galárraga **ESPOL**

**Director Posgrado U.G.**  
Econ. M.Sc. Washington Aguirre

**Decanos:**  
Dra. Carmita Bonifaz de Elao Ph.D **FAC. CCNN – U.G.**  
Ing. Juan Andrade Sánchez M.Sc. **FIMCP- ESPOL.**

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualquier forma, sea electrónica o mecánica, sin previo consentimiento del autor.

Rafael R. Horna Zapata.  
agnoltus@hotmail.com  
Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible  
[www.fccnnugye.com](http://www.fccnnugye.com) fccnn@ug.edu.ec  
Tel: 04-2253117 – 04-2253118  
Guayaquil. - Ecuador





II

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN  
AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Bradyrhizobium japonicum*, BIOL Y SILICIO EN  
LA PRODUCCION DE *Glycine max* L. (Soya).

Por

RAFAEL RODRIGO HORNA ZAPATA

Esta Tesis fue aceptada en su presente forma por el Comité Consejero y el Consejo Asesor del Programa de Educación e Investigación en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil, como requisito parcial para optar al grado de:

**Magister en Ciencias con énfasis en la Agricultura Tropical Sostenible**

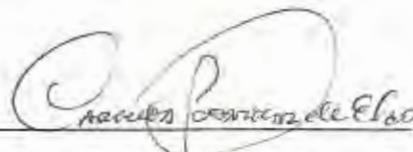
CONSEJO ACADEMICO

Ing. Agr. M.Sc. Jaime Vera Barahona

  
Director de Tesis

CONSEJO ACADEMICO

Dra. Carmita Bonifaz de Elao, Ph.D.


Dr. Luis Muñoz Vidarte



Guayaquil, Ecuador

2010

III

DEDICATORIA.

A LA MEMORIA DE MI MADRE LUZ AMERICA ZAPATA PHILCO.

## AGRADECIMIENTOS

A mis hijos; América P. (+), Priscila L. (+), Sócrates R., Ivonne AA., Fabrício H., Howard R., Verónica P., Wagner R. y Francesco R.

Al Señor Doctor (Ph.D) Gustavo Bernal G., quien inicialmente actuó como mi Director de Tesis, pero que por sus múltiples ocupaciones no fue posible en la continuación de la misma.

Al Señor Ing. Agr. M.Sc. Jaime Vera Barahona, profesor de Diseño Experimental, quien desde el inicio actuó como mi Co-Director de Tesis, fue él quien me guio en el diseño del Proyecto e Investigación de la presente Tesis y luego asistió en el desarrollo de la misma tanto en la fase de campo como de laboratorio, supo asistir con sus sugerencias en la interpretación de los resultados estadísticos. Luego, meritoriamente, en conjunto la Unidad de Maestría y el Decanato de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil lo nombraron como mi Director de Tesis. Por lo expuesto, AGRADEZCO las invalorable sugerencias que fueron precisas, oportunas y de excelente guía en la investigación.

A los señores Ings.; Eric Díaz P. y Eduardo Rodríguez P., Administrador General y Jefe Administrativo, respectivamente, de la Hacienda Fidecomiso La Palma lugar donde se realizó esta investigación, quienes brindaron permanente apoyo durante todo el proceso de la experimentación de campo.

A Señor Don Víctor Haon, Presidente de la Asociación de Productores de Ciclo Corto-Cuevedo (APROCICO) por la facilidad en la obtención de la semilla de la variedad de papa Colombiana P-34, y por las sugerencias dadas.

A Sr. Antony Pérez Chiriboga, Gerente propietario de AGROPERFECT S.A., por haberme facilitado el silicio (Viosil) para el ensayo.

También expreso, el mejor de mis agradecimientos a; la señora Myriam Vargas Cienca, eficiente Secretaria de la Maestría quien siempre estuvo presta a colaborar y ayudar en el proceso de la culminación de la presente Tesis.

Para la culminación de esta Tesis, fue fundamental la decidida colaboración y guía académica de la señora Doctora Carmita Bonifaz de Elao, Decana de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, e igual para el señor Doctor Luis Vidarte, Director de la Maestría.

Con mis agradecimientos.

## CONTENIDO

PRESENTACION	i - iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vi - vii
LISTA DE CUADROS	xiv - xxii
LISTA DE FIGURAS	xxiv - xxv
LISTA DE FOTOS	xxv - xxvii
LISTA DE TABLAS	xxvii - xxix
RESUMEN	xxx
ABSTRACT	xxxi
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
1.1. PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACION	2
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1. GENERAL	3
2.2. ESPECIFICOS	3
<b>III. REVISION DE LITERATURA</b>	4
3.1. Aspectos generales de la soya ( <i>Glycine max L.</i> ).	4
3.2. Generalidades sobre <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	21
3.3. El Biol	33
3.4. El Silicio	36
3.5. Sinergismo	40

<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	41
4.1. Ubicación y clima	41
4.2. Tratamientos experimentales	41
4.3. Análisis de la información	45
4.4. Procedimiento de la investigación	46
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	53
5.1. Suelo	53
5.2. Análisis foliar	55
5.3. Germinación	55
5.4. Reacción del pH en las mezclas	55
5.5. Numero de semillas por planta	56
5.6. Crecimiento de la planta cada 30 días	56
5.7. Altura de inserción al primer fruto	58
5.8. Nodulación	59
5.9. Humedad y peso del grano	61
5.10. Rendimiento	62
5.11. Análisis económico	62
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	64
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	65
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	66
<b>VIII. ANEXO</b>	73
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	74

Figura 3. Promedios anuales de precipitación y temperatura ambiental ocurridas en la Zona Norte de Patricia Pilar durante los años 2000 – 2007. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	75
Figura 3a. Promedios de precipitación y temperatura ambiental para el año 2007. Hda. Fidecomiso La Palma Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	75
Figura 4. Valores de compactación en los horizontes; A, B1 y B2 del suelo durante los meses de ensayo (Agosto a Diciembre - 2007) de <i>Glycine max</i> L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	76
Figura 5. Capacidad de Campo y su relación con el pH del suelo durante el ensayo sobre: Efectos de la aplicación de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> , Biol y Silicio en la producción de <i>Glycine max</i> L. (Soya). Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	76
Figura 6. Diferencia del porcentaje de germinación de la semilla de <i>Glycine max</i> L., ocurrida en dos periodos bien diferenciados. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	77
Figura 7. Evolución del proceso de floración para los ocho tratamientos de <i>Glycine max</i> L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	77
Figura 8. Periodos de fructificación para <i>Glycine max</i> L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	78
Figura 9. Numero de vainas por planta. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.	78
Figura 10. Numero de semillas por vaina/planta y por tratamiento en <i>Glycine max</i> L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.	79
Figura 11. Numero de semillas de <i>Glycine max</i> L. por planta y por tratamiento. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.	79
Figura 12. Alturas promedio por tratamiento para tres periodos de crecimiento de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.	80
<b>LISTA DE FOTOS</b>	81
Foto 3. El sistema foliar de la planta ( <i>Glycine max</i> L.) comienza a secarse de abajo hacia arriba, los granos de soya están completamente formados. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	82

Foto 4. <i>Glycine max</i> L. completo la fase de senectud total. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	82
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>83</b>
Cuadro 9. Variación de la densidad o grado de compactación del suelo correspondiente al área de ensayo de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	84
Cuadro 10. Resultado del análisis químico del suelo, antes y después del ensayo en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	85
Cuadro 10a. Promedios del contenido de nutrientes presentes en el suelo por horizonte; A – B. Hda. Fidecomiso. La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	86
Cuadro 11. Resultado de los análisis químicos foliar practicado a los primeros veinte y cinco días de la siembra de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	86
Cuadro 11a. Resultado de los análisis químico foliar practicado a los setenta y cinco días de la siembra de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	87
Cuadro 12. Reacción del pH en la mezcla de los productos de tratamiento. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	87
Cuadro 13. Análisis de la varianza para el primer periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	88
Cuadro 13a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística para el primer periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	89
Cuadro 13b. Comparación de promedios y su significancia estadística para las combinaciones dobles para el primer periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	90
Cuadro 13c. Comparación de promedios del factor de combinación triple y su significancia estadística para el primer periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	91
Cuadro 14. Análisis de la varianza para el segundo periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	91

Cuadro 14a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística para el segundo periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	92
Cuadro 14b. Comparación de promedios y de su significancia estadística para los tratamientos dobles correspondientes al segundo tratamiento de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	93
Cuadro 14c. Comparación promedio del factor de combinación triple y su significancia estadística para el segundo periodo de germinación de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	94
Cuadro 15. Análisis de varianzas correspondientes al número de semillas por planta presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	94
Cuadro 15a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondiente al número de semillas por planta presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	95
Cuadro 15b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondientes al número de semillas por planta presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	96
Cuadro 15c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al número de semillas por planta presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	97
Cuadro 16. Análisis de varianza correspondientes al primer mes de muestreo de altura de la planta <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	97
Cuadro 16a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes al primer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	98
Cuadro 16b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondientes al primer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	99
Cuadro 16c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al primer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	100

Cuadro 17. Análisis de varianza correspondiente al segundo muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso la Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	100
Cuadro 17a. Pruebas de rangos múltiples para los promedios de y su significancia estadística correspondientes al segundo mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	101
Cuadro 17b. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos y su significancia estadística del factor de combinación doble correspondiente al segundo mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	102
Cuadro 17c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al segundo mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	103
Cuadro 18. Análisis de varianza correspondiente al tercer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	103
Cuadro 18a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes al tercer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	104
Cuadro 18b. Comparación de promedios medios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondientes al tercer mes de muestreo de altura de planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	105
Cuadro 18c. Comparación promedios del factor de combinación triple correspondientes al tercer mes de muestreo de altura de la planta de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	106
Cuadro 19. Análisis de varianza correspondiente a la altura de inserción al primer fruto de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	106
Cuadro 19a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes a la altura del primer fruto de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	107
Cuadro 19b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondiente a la altura de inserción al primer fruto de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	108

Cuadro 19c. Comparación de promedios del factor de combinación triple y su significancia estadística correspondientes a la altura de inserción al primer fruto de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	109
Cuadro 20. Análisis de varianza correspondientes al primer muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	109
Cuadro 20a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes al primer mes de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	110
Cuadro 20b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondientes al primer mes de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	111
Cuadro 20c. Comparación de promedios del factor de combinación doble y su significancia estadística correspondientes al primer mes de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	112
Cuadro 21. Análisis de varianza correspondientes al segundo periodo de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	112
Cuadro 21a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia correspondientes al segundo periodo de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	113
Cuadro 21b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondiente al segundo periodo de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	114
Cuadro 21c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al segundo periodo de muestreo de nódulos presentes en <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	115
Cuadro 22. Análisis de varianza correspondiente al grado de humedad del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	115
Cuadro 22a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes al grado de humedad del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	116

Cuadro 22b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación correspondiente al grado de humedad del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	117
Cuadro 22c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al grado de humedad del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	118
Cuadro 23. Análisis de varianza correspondientes al peso del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	118
Cuadro 23a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia correspondientes al peso del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	119
Cuadro 23.b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación correspondientes al peso del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	120
Cuadro 23c. Comparación de promedios del factor de combinación correspondientes al peso del grano de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	121
Cuadro 24. Análisis de varianza correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea de los granos de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	121
Cuadro 24a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de Tratamientos simples y su significancia estadística correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea de los granos de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	122
Cuadro 24b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación correspondiente al rendimiento en kilogramos por hectárea de los granos de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	123
Cuadro 24c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea de granos de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	124
Cuadro 25. Análisis de varianza correspondiente a las utilidades (\$) generadas por hectárea del ensayo de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	124

Cuadro 25a. Prueba de rangos múltiples para los promedios de tratamientos simples y su significancia correspondientes a las utilidades (\$) generadas por hectárea del ensayo de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	125
Cuadro 25b. Comparación de promedios y su significancia estadística para el factor de combinación doble correspondientes a las utilidades (\$) generadas por hectárea del ensayo de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	126
Cuadro 25c. Comparación de promedios del factor de combinación triple correspondientes a las utilidades (\$) generadas por hectárea del ensayo de <i>Glycine max</i> L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	127
Cuadro 26. Detalle de los Costos, Ingreso Bruto y Neto versus la rentabilidad del ensayo de; Aplicación de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> ; Biol y Silicio y efectos en la producción de <i>Glycine max</i> L. (Soya). Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, cantón Buena Fe, 2007.	128
Cuadro 26a. Resumen de la producción de los granos de <i>Glycine max</i> L. por tratamiento versus la Rentabilidad. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.	129

## RESUMEN

La investigación científica de campo se realizó de Agosto a Diciembre del 2007, meses comprendidos para la estación seca. El área de ensayo está ubicada en la Hda. Fidecomiso La Palma, parroquia Patricia Pilar, Cantón Buena Fe a 179 msnm, entre las coordenadas geográficas; Latitud Sur: 0° 31' 555" y Longitud Oeste : 79° 23' 655". El diseño establecido fue Bloques Completos al Azar (BCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, total de 32 parcelas. Para medir los efectos entre las medias de tratamientos se aplicó la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey, con el nivel de 0.05% de probabilidad. Se determinaron variables como; porcentaje de germinación, crecimiento de la planta (cada 30 días), número de semillas por planta, conteo de nódulos (al final de la cosecha), análisis químico del suelo y foliar, rendimiento de granos (kg) por hectárea y análisis económico. El objetivo principal fue evaluar el Efecto de la aplicación de *Bradyrhizobium japonicum*, Biol y Silicio en la producción de *Glycine max* L. (Soya). El estudio demostró que; a) para tener cosechas a tiempo y aprovechar la capacidad remanente del suelo en la zona de Patricia Pilar se debe sembrar entre mediados de Junio o Julio de esta manera la cosecha se puede realizar a fines de Octubre o máximo en los primeros días de Noviembre. A causa de la compactación del suelo y falta de capacidad de campo específicamente en el horizonte B2, el sistema radical no obtuvo un buen desarrollo. La alta tasa de precipitación que ocurre en esta zona ha influye en el nivel bajo del pH (5,15) del suelo, sumado a la alta presencia de materia orgánica (7,2%) y alto contenido de manganeso fueron los factores determinantes para que haya ocurrido una baja nodulación de *Bradyrhizobiums japonicum* en los tratamientos. El vigor de la semilla influyó en la germinación en dos periodos y este fenómeno influyó en la alternancia irregular de los procesos fenológicos de la planta. Los tratamientos con más baja y alta producción fueron el T8 (testigo sin AxBxC) con 1953 kg/ha y el T7 (con AxBxC) = 2671,00 kg/ha, respectivamente. El T4 con mejor rentabilidad (=2497 kg/ha) y el T6 (= 2293 kg/ha) son el segundo y tercero en mejor producción. En estos dos últimos tratamientos se aplicó los factores AxB y BxC, respectivamente, factores que han influido positivamente en la producción de *Glycine max* L. Con referencia al T8 (Testigo agricultor) el ahorro de costos por falta de inversión de tecnología fue otra variable para la baja de producción (=1953 kg/ha) en este tratamiento. En áreas sin historial de cultivo de *Glycine max* L. se recomienda la reinoculación mencionada por Moretti (2006).

**Palabras Clave:** *Bradyrhizubium japonicum*, Biol, Silicio y *Glycine max* L.

## ABSTRACT

The scientific field research was conducted from August to December 2007, month period for the dry season. The test area is located at Hda. Custodial La Palma, Patricia Pilar Parish, Canton Buena Fe to 179 meters, between the geographical coordinates; South: 0 ° 31'555 "north and longitude: 79 ° 23 '655". The set design was a randomized complete block (BCA) with eight treatments and four replicates per treatment, total of 32 plots. To measure the effects between the treatment means test was used Tukey's multiple range, with the 0.05% level of probability. Variables were identified as; percentage of germination, plant growth (every 30 days), number of seeds per plant, nodule count (late harvest), chemical analysis of soil and leaf, grain yield (kg) hectare and economic analysis. The main objective was to evaluate the effect of the implementation of *Bradyrhizobium japonicum*, Biol and Silicon in the production of *Glycine max L.* (Soya). The study showed that: a) to take crops to time and use the remaining capacity of soil in the area of Patricia Pilar is planted between mid-June or July harvest thus can be performed in late October or maximum in first days of November. Because of soil compaction and lack of capacity specifically in the field B2 horizon, the root system was not a good development. The high rate of precipitation that occurs in this area has influenced the low pH (5.15) of soil, together with the high presence of organic matter (7.2%) and high manganese content were the determining factors for that occurred *Bradyrhizobium japonicum* nodulation of the treatments. The effect of seed germination influenced development in two periods and this phenomenon affects the irregular alternation of plant phenological processes. Treatments with lower and higher production were the T8 (control without AxBxC) with 1953 kg / ha and T7 (with AxBxC) = 2671.00 kg / ha, respectively. The T4 with better profitability (= 2497 kg / ha) and T6 (= 2293 kg / ha) are the second and third in best production. In the latter two treatments was applied and BxC AxB factors, respectively, factors that have positively influenced the production of *Glycine max L.* With reference to T8 (Witness farmer) cost savings through lack of investment in technology was another variable to the fall in output (= 1953 kg / ha) in this treatment. In areas with no history of cultivation of *Glycine max L.* mentioned re-inoculation is recommended by Moretti (2006).

Keyword: *Bradyrhizobium japonicum*, Biol, Silicon and *Glycine max L.*

## I. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* L.), es un cultivo de ciclo corto, a nivel mundial la producción gira alrededor de 137 millones de toneladas métricas por año (tm/año). Estados Unidos de Norte América produce anualmente 65 millones de tm/año y representa el 63,72 % de la producción a nivel mundial, le sigue Argentina y Brasil con 20 millones de tm, ocupa el 19,60 % de la producción mundial, luego China con 13 millones de tm (12,74%) y otros países 4 millones de tm (3,92%) (www.engormix.com. Biodiesel. 2007). Ecuador, con apenas 70.000 tm/año representa el 0,008 % de la producción mundial.

En Ecuador, anualmente se siembra de 60 000 a 90 000 has, del cual alrededor de 10 000 has trabajaban con inoculantes de la especie *Bradyrhizobium japonicum*, pero, a partir del año 2006 debido al auge mundial de la producción de etanol en base a la semilla de maíz, la superficie real para el cultivo de Soya se ha reducido a 50 000 has. De esta cantidad, el 80 % se trabaja en la Provincia de Los Ríos. Los rendimientos por hectárea son bajos, se cosecha de 40 a 50 quintales por hectárea. La producción anual no logra cubrir la demanda del mercado nacional, por lo tanto se tiene que importar granos y torta de soya (Aprocico, 2004). De donde al lograr el incremento de un 15 a 20 % de productividad, se evitara la evasión de divisas, también se estimulara la generación de tecnología y esto permitirá al agricultor mantener su actividad con mayor rentabilidad.

A causa de la baja producción de Soya, el precio de este grano, en Ecuador se ha incrementado de 12 a 23 dólares el quintal (Enero 2010), esta diferencia de precio, 11 dólares, es un nuevo incentivo para volver a recuperar el área perdida y probablemente incrementar la superficie Soyera, cuya demanda anual es 140 000 tm de Soya, pero solo produce 60 000 tm, el resto se importa, de las 140 000 tm el 90 % (130 000 tm) es para consumo industrial entre fábricas de; aceite vegetal y fábricas de balanceado, el 10 % (14 000 tm) que resta es para consumo humano.

Una de las alternativas para incrementar los rendimientos es la utilización de; Biofertilizantes, entre estos esta el Biol y *Bradyrhizobium japonicum*. La aplicación única de estos dos biofertilizantes no podrá tener el efecto esperado si estos no están considerados con el manejo nutricional de manera integral. En este caso el Silicio.

La aplicación de Biol podrá mejorar la producción porque el biol contiene microorganismos benéficos que actúan en sinergia con la bacteria nitrificante *Bradyrhizobium japonicum*. Adicionalmente, el uso del Silicio de manera racional, aplicada al suelo y al sistema foliar ha sido beneficioso desde el punto de vista nutricional para diversos cultivos (Suquilanda, 2001).

La fuente principal de las plantas es el nitrógeno que está en el aire (78 % de la atmósfera terrestre), sin embargo, en esa estructura no es utilizable por las plantas superiores. Los caminos principales por los que el nitrógeno es transformado a formas (estructuras) utilizables por las plantas superiores es a través de la fijación biológica del nitrógeno (FBN) por *Rhizobio* y otros microorganismos que viven simbióticamente en las raíces de las leguminosas (alfalfa, trébol, guisantes, soya, cacahuates y habas) y otras determinadas plantas no leguminosas (Valencia, R., 2007).

La soya es una leguminosa cuyo grano tiene un alto contenido de proteína, entre 37 y 45% de su peso, esta es una de las razones por las que se la considera como cultivo de alta demanda de nitrógeno.

En la agricultura, el nitrógeno, es el principal nutriente para el crecimiento de las plantas. Cuando la planta tiene suficiente nitrógeno sus hojas y tallos crecen rápidamente, en cambio la deficiencia del mismo origina la clorosis en las hojas (amarillamiento) a partir de la base, y la falta de desarrollo y debilidad de todas las partes de la planta. En los suelos pobres o carentes de nitrógeno los rendimientos de los cultivos son bajos.

Al igual que el Silicio y Biol, tan importante es la inoculación con bacterias de la especie *Bradyrhizobium japonicum*, esta no tiene efectos sobre las emisiones de óxido nitroso, mientras que la fertilización nitrogenada tiene efectos en las pérdidas de nitrógeno del suelo. La aplicación de esta bacteria para reducir el uso de fertilizantes convencionales es de vital importancia para reducir el impacto climático.

El mejoramiento de las técnicas para el incremento de la producción de Soya (*G. max*) en diferente altitud contribuirá a incrementar la producción y sostenibilidad del negocio de Soya para el agricultor.

Precisamente, buscar sinergismo entre los productos químicos convencionales y los orgánicos es uno de los objetivos que animo al autor de esta tesis; "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Bradyrhizobium japonicum*, BIOL Y SILICIO EN LA PRODUCCION DE *Glycine max* L. (Soya)". Con los resultados encontrados se espera contribuir en el mejor manejo de la nutrición y producción de Soya.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. General

Buscar nuevas alternativas de fertilización que contribuyan en la nutrición y productividad de la soya.

### 2.2. Especificos

1. Determinar el efecto de:

- a. *Bradyrhizobium japonicum*
- b. Biol, y:
- c. Silicio en la producción de la Soya (*Glycine max* L.).

2. Y, el efecto combinado de los tres productos.

### HIPOTESIS

- Altos porcentajes (+ de 3%) de materia orgánica no afecta en la nodulación de *Bradyrhizobium japonicum*.
- Bajos promedios de pH (- de 6) no inciden en la nodulación de *Bradyrhizobium japonicum*.
- No existe acción sinérgica entre el biol y silicio
- El biol y el silicio no inciden en el rendimiento de los tratamientos.
- Uno de los factores de tratamiento contribuirá en la rentabilidad de los tratamientos.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA SOYA (*Glycine max* L.).

##### 3.1.1. Origen del cultivo

En fase vegetativa, la soya fue considerada como una especie silvestre de crecimiento lento, es originaria de las regiones Orientales de China, Japón, Corea o Manchuria, en esta región se cultiva desde hace 7000 años (Andrade y Guamán, 2005). El cultivo prospera hasta casi los 50° de Latitud Norte y 45° de Latitud Sur y de 0 a 1200 metros sobre el nivel del mar (msnm).

En el año 1712, al botánico alemán Engelbert Kaempler introdujo la Soya a Europa. Francia en el año 1740 lo incluye en el Jardín botánico. En 1804 se introduce a Estados Unidos de Norte América, después de 1890 tras numerosos mejoramientos los granjeros disponen de nuevas variedades. De esta forma se fue introduciendo a otros países latinoamericanos.

En Ecuador, en aquel entonces la Dirección de Agricultura en 1930 fue quien introdujo y difundió los beneficios de la Soya. Luego, en 1950 se introduce las variedades Americana (de genealogía desconocida), de aquí salió las variedades JUPITER, INIAP 301, INIAP-302, INIAP-303, INIAP-304, INIAP-305, INIAP-306 y 307, estas dos últimas variedades son aptas para zonas húmedas y secas, el rendimiento varía de 1500 a 2000 kg/ha. A partir del año 1973, la soya adquiere la verdadera importancia como cultivo comercial en Ecuador (Andrade y Guamán, 2005).

##### 3.1.2. Clasificación botánica

**Generos – Especies.** El género *Glycine* comprende tres sub-géneros (Cuadro 1): *Lecycyamus*, *Glycine* y *Soja*. Entre *G. max* y *G. ussuriensis*, tenemos una tercera especie intermedia que es *G. gracilis*, tienen igual número de cromosomas  $2n = 40$  y producen cruces fértiles. Existe otras especies pero con clasificación inexactas (Andrade y Guamán, 2005).

**CUADRO 1. CLASIFICACION TAXONOMICA DE *Glycine max* L (soya)**

Reino:	Vegetal
Subreino	Cormobionta
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Angiosperma
Subclase	Dicotiledoneas
Orden:	Fabales (Leguminoceae)
Familia:	Fabaceae (Papilionaceae)
Subfamilia:	Faboideae
Genero:	<i>Glycine</i>
Sub-genero	<i>Leptocyamus</i>
Especie:	<i>G. max</i>
Nombre binomial:	<i>Glycine max</i> (L) Merrill
Nombre común:	Soya, Soja

Fuente: ([www.http://tareasadnan05.blogspot.com/](http://tareasadnan05.blogspot.com/), 2006)

### 3.1.3. Material germoplasmico en el Ecuador.

Según Cárdenas (1982) existen 1000 variedades de Soya con diferentes producciones en el mundo (Cuadro 2). En Ecuador, actualmente (2010) tenemos las Variedades: Boliviana; INIAP – 305, 306, 307, 308; Cristalina; Vines y la Colombiana Soyita P-34. En el Cuadro 2 se observa las principales características agronómicas de algunas variedades de Soya (Andrade y Guamán, 2005). Sin embargo, los agricultores de la zona de Quevedo, Valencia (provincia de Los Ríos prefieren la variedad colombiana Soya P-34, cuyas características son la siguientes;

#### **Características de la variedad Colombia Soya P-34 (Semillas del Pacifico, 2007 y Valencia 2007):**

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| a. Tipo de crecimiento             | : determinado.  |
| b. Precocidad                      | : altamente precoz.                                   |
| c. Color de la flor                | : blanca.   |
| d. Rendimiento promedio            | : 2700 kg/ha.   |
| e. Floración                       | : 40 días después de la siembra.                      |
| f. Altura de la planta             | : 55 a 99 cm.   |
| g. Altura de la capacidad de carga | : 17 cm.  |
| h. Contenido de semillas por vaina | : del 60 al 70 % contienen de 2-4 semillas por vaina. |

- i. Peso de 100 semillas : 18.3 g.
- j. Densidades recomendadas : 60 x 5: 50 x 8 y 40 x 10, para obtener de 200.000 a 400.000 plantas/ha.
- k. Rendimiento : de 2.200 a 3.153 kg/ha.

**CUADRO 2. PRODUCCION DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE SOYA**

Variedad	Kg/ha	Altura de carga (cm)	Días de cultivo	Plantas/ha
				220.000 - 400.000
S-305	2.800	14	110	220.000 - 400.000
S-306	2.800	14	110	220.000 - 400.000
S-307	3.000	14	110	220.000 - 400.000
S-730	5.527	14	110	220.000 - 400.000
S-749	4.731	20	110	220.000 - 400.000
S-760	6.138	16	110	220.000 - 400.000
Vivas 2	3.230	14	135	220.000 - 400.000
S-731	3.744	14	110	220.000 - 400.000
S-41	6.545	17	110	220.000 - 400.000
S-758	6.250	21	120	220.000 - 400.000
S-10742	4.845	19	122	220.000 - 400.000
S-S07	6.130	11	112	220.000 - 400.000
S-S371	4.806	12	112	220.000 - 400.000
S-P34	3.500	14	120	220.000 - 400.000

Fuente: Enciso, F., 2001. Competitividad en cadena agroalimentaria y modelos conceptuales. Maestría Agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil y ESPOL.

Batista (2001) cita a Scott ( ? ) y divide las variedades de soya en dos grupos: indeterminadas y determinadas. En las indeterminadas después de iniciada la floración, la altura de la planta se incrementa de 2 a 4 veces. En estas variedades, las flores se producen a partir del 4to o 5to nudo.

En las variedades determinadas, después del inicio de la floración la altura de la planta no se incrementa en forma significativa. Las primeras flores aparecen en el octavo o décimo nudo. No hay gran diferencia de tiempo en cuanto a la aparición de las flores en toda la planta. La duración del periodo que comprende desde el inicio de la

floración hasta la formación de las vainas está influenciada por la temperatura y lluvias.

#### **3.1.4. Asociación entre Soya y *Bradyrhizobium japonicum***

El cultivo de fabáceas (leguminosas), entre estas la Soya, fija de 200 o más de 300 kg de nitrógeno/ha al suelo, las plantas normalmente extraen del 60 al 90% de N, por lo tanto es necesario antes de cada cultivo devolverle al suelo la cantidad de nitrógeno retirada por los cultivos (Vincet, 1970; Nutman, 1976 y FAO, 1983).

**La rizosfera, rhizobacterias y el control biológico.** La rizósfera es la estrecha zona de suelo que rodea a la raíz (aproximadamente 2 mm de distancia). Este hábitat está ocupado por una diversidad de microorganismos benéficos (ayudan al crecimiento de las plantas) y patógenos (producen enfermedades). A este grupo de organismos que viven en este hábitat se denominan rhizobacterias. Dentro de este grupo están las *P. fluorescens* y *B. japonicum* que son capaces de promover el crecimiento de las plantas.

#### **3.1.5. Suelo**

La soya requiere de suelos bastante profundos, aireados y bien drenados, los ideales son los Franco-arcillosos y Franco-limosos. Guamán (2005) considera que la mejor productividad se alcanza con suelos Franco arenosos, bien drenados y con mediana fertilidad (no compactos), la planta logra un buen desarrollo del sistema radical y buen desarrollo del cultivo, sin embargo, Scheggia y Forniels, (2007) consideran que los suelos arenosos por tener poca capacidad de retención de humedad no son apropiados.

Amezquita (1984); Guamán (2005) y Scheggia y Forniels (2007) también han observado que los suelos limosos pesados y compactos (Tabla 1) dada su característica de poca aireación y permeabilidad a más de retener mucha humedad impiden el desarrollo del sistema radical y bacterias fijadoras de nitrógeno, lo que conlleva a obtener plantas con poco crecimiento, igualmente la Soya no tolera suelos anegadizos ni salinos. En los suelos ácidos del Piedemonte Llanero Colombiano se encontró una profundidad óptima del nivel freático de 50 cm, niveles superiores influyen negativamente en la producción (Scheggia y Forniels, 2007).

**TABLA 1. EFECTO DE LA COMPACTACION DEL SUELO SOBRE EL DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL DE ALGUNOS CULTIVOS AGRICOLAS**

Cultivos	Profundidad de penetración (cm)
Alfalfa	180
Algodón	120
Arroz	30-60
Caña de azúcar	60
Frijol	60
Girasol	30
Sorgo	120
Soya	15-30

Fuente: Amezcuita, 1984. Curso práctico sobre fertilidad, análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Cagua, Ven. FUSAGRI. 1-8.

**Influencia del pH del suelo.** La soya se puede cultivar con pH de 6 a 7.5. Pero, según (Sánchez y Fariñas, 2007) el pH adecuado se encuentra entre 6 – 6,5. Si el pH es mayor a 7 o menor a 6 impiden el desarrollo bacteriano de fijación de nitrógeno, este último es el limitante para el desarrollo de la soya. Sin embargo, la planta puede crecer en un rango de 5.5 a 7.5.

Si el pH es menor a 5,8 se recomienda la práctica del encalado un mes antes de la siembra. La cantidad de cal a utilizar debe estar en función del pH y de los contenidos de aluminio presentes en el suelo (Espinoza, J., y Eloy Molina, 1999; Espinoza, J. y Dargelis, 2002). Los investigadores anotados encontraron fuertes pérdidas de los fertilizantes con pH de 4.5 a 5.5, pérdidas medias ocurren con pH 6 y pérdidas altas con pH 7 (Tabla 2). Sánchez (2006) y León (2007) concluyen que el pH es fundamental para la optimización de la absorción de los nutrientes.

El suelo ácido tiene la propiedad de tener menor retención catiónica porque los iones  $H^+$  desplazan a los de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  y  $K^+$  los cuales son posteriormente sacados del suelo, disminuyendo la riqueza de nutrientes disponibles. En un suelo de pH neutro o alcalino los iones de Ca, Na y K en cambio reemplazan a los de H. Los niveles de los nutrientes Fe, Mn y Cu se incrementan en suelos con pH ácidos, siendo el Mn el más incrementado por la acidificación.

**TABLA 2. pH DEL SUELO Y SU RELACION CON EL DESPERDICIO DE FERTILIZANTES APLICADOS**

Escala del pH		Porcentaje utilizado (%)			Pérdida (%)
Valor	Interpretación	N	P	K	
4.5	Extremadamente fuerte	30	23	23	71,34
5.0	Muy fuerte	52	34	52	53,67
5.5	Fuerte	77	48	77	22,69
6.0	Medio	89	52	100	19,67
7.0	Neutro	100	100	100	0.0

Fuente: Instituto Internacional de la Potasa, INPOFOS, Canadá. 2 006.

### 3.1.6. Edafoclima

Se comprende como edafoclima a la combinación y variación de la temperatura, humedad y aireación. Donde la distribución y desarrollo de las plantas en esta estrechamente relacionado a estos factores, cuyos efectos son muy adversos sobre la fisiología de las plantas sobre todo cuando los valores son extremos (Laboratorio Biagro, 2007). Los factores que controlan el edafoclima son:

- a. El bioma, que es la formación vegetal en relación al clima, parte clave del ecosistema, y;
- b. Factores estacionales; condicionados por el relieve y el drenaje local.

**Variación térmica.** La variación térmica en el desarrollo y crecimiento de la soya, varía de un país a otro, por ejemplo para Argentina se encuentra entre los valores ideales de 22 a 25°C, para Ecuador el valor ideal fluctúa entre 20 a 30°C, siendo el ideal general 30°C. El crecimiento vegetativo de la soya es pequeño o nulo a temperaturas menores o iguales a 10°C, sin embargo, es capaz de resistir heladas de 2 a -4°C sin morir. Temperaturas mayores a 40°C tienen severo efecto en el crecimiento (disminución), provocan daños en la floración (abortancia), disminución de la capacidad de retención de vainas, disminución de la calidad oleica de las semillas y pueden acelerar la senectud (madurez) de la planta (Román, 2006).

Para [www.http://tareasadnan05.blogspot.com/](http://tareasadnan05.blogspot.com/) (2006) las temperaturas óptimas oscilan entre los 15 y los 18°C para la siembra y los 25°C para la floración. Sin embargo, la floración de la soya puede comenzar con temperaturas próximas a los 13°C. Las

diferencias de fechas de floración, entre años, que puede presentar una variedad, sembrada en la misma época, son debidas a variaciones de temperatura ambiental.

### 11.7. Necesidad hídrica

La soya, es un cultivo estival, es decir el crecimiento vegetativo se da en los meses de mayor consumo de agua, de donde las dos etapas críticas del periodo vegetativo del cultivo comienzan con la germinación y en el sub-periodo floración-fructificación. De allí que, cuando la humedad es insuficiente en el último periodo, el número de flores que se convierten en vainas con porotos, afecta el rendimiento en kg/ha. Independientemente de lo citado, se puede destacar que la soya es más segura frente a la sequía que él; maíz, girasol y sorgo. Definitivamente los periodos de germinación y floración están considerados como los más críticos (Scheggia y Forniels, 2007). En general se ha observado que con uno o dos riegos, se logra obtener un rendimiento sostenible superior a las 2.5 t/ha (INIFAP, 2007).

Sin embargo, Cortes, C. F. (1994); Oliveros; Millán y Dorgelis (1989) e INIFAP (2004) resumen, las necesidades hídricas de la planta varían entre 500 y 700 mm de agua. La semilla de soya necesita absorber el 50 % de su volumen en agua para germinar, en contraste con la del maíz, que sólo necesita el 30 %. Por ejemplo, en la zona del Valle del Cauca (Colombia) reportaron requerimientos hídricos entre 350 y 390 mm. En otros estudios se determinó que los requerimientos hídricos de soya para zonas tropicales por época de cultivo son:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| • Antes de la siembra         | : 20 mm ( 15 a 20 días antes)                |
| • Germinación                 | : 30 mm                                      |
| • Primera a cuarta semana     | : 100 mm                                     |
| • Quinta y sexta semana       | : 70 mm                                      |
| • Séptima y octava semana     | : 110 mm                                     |
| • Novena y décima semana:     | : 130 mm                                     |
| • Undécima y duodécima semana | : 30 mm por semana, para un total de 500 mm. |

El INIFAP (2004) en la Tabla 3 resume el riego en cuatro periodos definidos, y los conoce como riego de auxilio:

**TABLA 3. RIEGO DE AUXILIO PARA EL CULTIVO DE SOYA**

No. riego	Estadio de la planta	Lamina de agua/ha (mm)
Primer riego de auxilio	20 días antes de la siembra	20
Segundo riego de auxilio	30 días después de la germinación	100
Tercer riego de auxilio	Al final del periodo de floración e inicio del llenado de la vaina	110
Cuarto riego de auxilio	A los 25 o 30 días después del tercer riego	130

Fuente: INEFAP, CESTAM. 2007. México.

**Resistencia.** La soya, gracias a la capacidad de profundización de su sistema radical puede tolerar períodos de sequía muy prolongados, siempre y cuando la deficiencia no se produzca durante la fase de floración.

### 1.1.8. Foto periodo

El factor más determinante a la hora de definir el ciclo de un cultivar es su sensibilidad específica al foto periodo, esto es, la respuesta de la planta a la duración del día. La soya es una planta de día corto: florece cuando el número de horas luz día empieza a disminuir. La planta es sensible a la luz, la radiación solar controla la transformación del periodo vegetativo al de la floración, y también afecta la velocidad de crecimiento durante la etapa de maduración, por ejemplo, en el Cuadro 3 se observa la fenología de la soya para Ecuador.

**CUADRO 3. FENOLOGIA DEL CULTIVO DE LA SOYA EN ECUADOR**

Ciclo (días)	Cultivo						Ciclo
	Germinación	Ciclo vegetativo	Floración	Fructificación	Maduración tierna	Maduración seca	
10	10	30	15	20	25		
10	10	40	55	75	100	120	120

Fuente: Enríquez, G. 2001. Maestría en Ciencias. Agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil - ESPOL.

### 1.1.9. Variedades tardías

Las variedades tardías de soya son las que exigen mayor suma de temperaturas y una duración del día más corto para iniciar la floración (por el contrario, noches largas). El

Desconocimiento de estos aspectos, es causa de muchos fracasos en el cultivo. El uso de variedades inadecuadas ha llevado a pensar que en dichas regiones era imposible el cultivo. De esto surge que la elección de la variedad correcta es uno de los puntos clave en el éxito de este cultivo (Scheggia N., y J. Forniels. 2007).

### 3.1.10. Nutrición y fertilización

El cultivo de la Soya es uno de los más extractivos, se destaca no sólo en Fósforo sino en los otros elementos principales, Potasio, Azufre, Magnesio, y aun Nitrógeno. Los balances de N realizados en diferentes ensayos, con diferentes estadios y por diferentes autores indican valores de variada magnitud pero casi siempre negativos ya que se ha demostrado que su FBN no satisface nunca más del 40 - 50% de las necesidades (Urquiaga, 2007), al igual, la extracción de nutrientes es variada y está en relación al estadio vegetativo. Oliveros; Millán y Villaroel (1989) recomiendan fertilizar el suelo al momento de la siembra, fertilizar entre línea y línea con 20 a 30 kg de nitrógeno, cantidad que la planta aprovechara hasta que esta comience a nodular.

**Extracción y deficiencia de nutrientes.** La cantidad de extracción de nutrimentos varía de acuerdo a los kilogramos por hectárea cosechados (Tabla 4 y 5), si por cada cosecha de 3.000 kg/ha de grano, la planta extrae 300 kg/ha de N., 60 - 80 kg/ha de  $P_2O_5$  y 100 - 120 kg/ha de  $K_2O$ . Se debe tener presente que la extracción permanente de nutrientes del suelo, sin reposición, genera síntomas de deficiencia que son causadas por:

- a. Baja nodulación (Producida por deficiencia de alguno o todos estos elementos: P, K, Ca, Mg, S, B, Mo o por exceso de Al y/o Mn)
- b. Falta de nitrógeno (hojas cloróticas - amarillentas).
- c. Hojas pequeñas, plantas de poco crecimiento y hojas viejas amarillentas (P), Clorosis y necrosis de las puntas y márgenes de las hojas más viejas.
- d. Menor formación de granos y pequeños, mayor incidencia de enfermedades y nematodos (K).
- e. Raíces mal desarrolladas, colapso del pecíolo de las hojas (Ca).
- f. Hojas nuevas con clorosis entre nervaduras (Mg).
- g. Clorosis uniforme en hojas nuevas (S).
- h. Muerte de las yemas terminales, hojas nuevas pequeñas y deformes (B).
- i. Hojas nuevas angostas con manchas grandes de color ferroso (Zn).
- j. Hojas nuevas con puntas pardas (exceso de Mn).

**TABLA 4. ABSORCION APROXIMADA DE NUTRIENTES DE LA SOYA POR HECTAREA**

Nutriente	Producción (Kg/ha)			
	2.700	3.350	4.000	5.400
N	237	288	356	475
P	47	54	70	93
K	104	209	156	208
Ca		55		
Mg	20	21	30	40
S	19	26	28	36
B				
Micronutrientes.		trazas	trazas	trazas

Fuente: Potash & Phosphate Institute, 1984. Citado por Galarza (2002) Conceptos generales sobre fertilización de soja. Biodiesel.

**TABLA 5. EXPORTACION DE NUTRIENTES POR GRANOS DE SOYA**

Kg / t de grano cosechados		
Nutriente	Promedio	Rango citado
N	54	51 - 58,8
P	5,4	4,3 - 6,4
Kg / t de grano cosechados	15,7	11,2 - 18,7
Ca	2,3	1,9 - 3,0
Mg	2,3	2,0 - 2,5
S	3,4	2,4 - 5,4
g / t de grano cosechado		
B	26	20 - 34
Cu	12	Oct-15
Fe	131	70 - 219
Mn	25	18 - 30
Mo	4,4	4,0 - 5,0
Zn	39	30 - 47

Fuente: EMBRAPA (1998) citado por Galarza, C. V. Gudeli y P. Vallote, 2002.

**Fertilización edáfica.** La soja, vía edáfica no requiere permanente fertilización inorgánica u orgánica nitrogenada porque, gracias a la capacidad que tienen las raíces de formar nódulos de bacterias *B. japonicum* estas al fijar el nitrógeno gaseoso del aire luego transformarlo a nitrógeno mineral lo cede a la planta en estado amoniacal, la

que luego lo transforma en carbohidratos, proteínas y enzimas, a cambio la planta le cede carbohidratos para la manutención. Para alcanzar un desarrollo óptimo se debe fertilizar en bandas al momento de la siembra, así se garantiza un mejor aprovechamiento por parte de la planta (Díaz, 2006 y Díaz, et al 2007).

**Fertilización Ideal.** La fertilización inorgánica-edáfica es ideal solo en suelos donde por primera vez se va a sembrar la soya, dos días antes de la siembra es necesario aplicar 20 a 30 kg/ha de urea e inocular la semilla con *rhizobium*, durante este corto tiempo las bacterias se desarrollan lentamente hasta que la planta adquiere alturas mayores de 20 cm, en este caso ya no es necesario la aplicación de fertilizantes nitrogenados al suelo. En las siembras posteriores de soya no se debe aplicar urea puesto que inhibe el desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno (Valencia, 2007). Estas dejan de fijar el nitrógeno atmosférico para pasar a consumir el aplicado al suelo.

**Fertilización foliar.** En Ecuador, hasta 1985, poca importancia se dio a la nutrición foliar, probablemente por la falta de estudios que respalden científicamente, en la actualidad hay otro concepto. En todo caso ahora hay conceptos claros que en ningún momento la nutrición foliar sustituye a la edáfica, ni está a la foliar, entre las dos hay un verdadero complemento que fortalece a la planta. La nutrición foliar es más importante cuando se trata de suelos con:

- a) Bloqueamiento de elementos
- b) Salinidad y exceso de Sodio
- c) Inhibición competitiva en la absorción de nutrientes
- d) Desarrollo radicular limitado
- e) Toxicidad por aluminio
- f) Compactación del suelo
- g) Nivel freático alto
- h) Planta joven
- i) Rápida lixiviación
- j) Plagas (stress biológico)

Las características de la fertilización foliar son las siguientes:

- a) Permiten aumentos en los rindes en aquellas situaciones en que el cultivo se desarrolle correctamente, y los precios lo justifiquen.
- b) La provisión de los nutrientes no sufre los procesos que afectan la disponibilidad para la planta como cuando se fertiliza el suelo
- c) No sufre pérdidas por lixiviación y volatilización.

- d) La absorción por parte de la planta es alta y su acción rápida.
- e) Esto hace que se la utilice en los momentos críticos del desarrollo del cultivo.
- f) Es útil para aportar micronutrientes.

Simans y Couretot (2007) citan a Ventimiglia et al. 2006 y demuestran aumentos de rendimientos en Soya por el agregado de micronutrientes y reguladores del crecimiento, observaron respuesta con la aplicación foliar en condiciones de experimentos cubiertos de Nitrógeno (N) y Fosforo (P). Investigadores de INTA Pergamino, también reportaron incrementos de rendimiento de alrededor de 200 kg ha<sup>-1</sup> con la aplicación foliar de N-P-K-S. Finalmente, obtuvieron aumentos de producción de hasta 900 y 2100 kg ha<sup>-1</sup>, en diferentes tratamientos de fertilización foliar.

Como las consecuencias derivadas de esta práctica se han mencionado efectos similares comunes a la mayoría de los nutrientes como el incremento en el área foliar, así como la tasa de crecimiento del cultivo, mayor cuajado de vainas, mejor tolerancia a estrés hídrico, térmico o a daños mecánicos, tolerancia a enfermedades. También se mencionan diversos procesos por efectos específicos. Así p.e. el Azufre incrementa la tasa fotosintética del cultivo y cumple un rol esencial en la síntesis de proteínas (Simans y Couretot, 2006).

**Estrategias de fertilización foliar en soya.** Luego de 15 días de ocurrida la germinación se aplica un fertilizante completo o bien mezclas con Azufre, Silicio o Calcio potenciado con enzimas y fitohormonas, a más del mayor desarrollo celular se logra mayor dureza en la membrana celular, lo que le permite a la planta tolerar estrés biótico y abióticos. En la etapa de floración y cuajado del fruto se repite la nutrición foliar para garantizar el llenado de este en las vainas.

**Limitaciones de la fertilización foliar:**

- a) Riesgo de fitotoxicidad. Ocurre cuando se excede en la dosis y periodicidad de aplicación.
- b) Dosis limitada en macroelementos. La aplicación es complementaria del suelo.
- c) Requiere de buen desarrollo foliar antes de la aplicación. No hay resultados con desarrollo foliar incipiente.
- d) Pérdidas considerables en absorción. En aplicaciones tempranas, con poco follaje se estima una pérdida del 70 al 90% del producto, el resto cae al suelo.
- e) Productos costosos. Con el objeto de conseguir una solución sin impurezas o inertes que taponen las boquillas en la aspersión se requiere de sales puras. Estas sales son más costosas que las sales convencionales (LIGNOQUIM, 2003).
- f) Luminosidad. Con alto brillo solar no hay eficiencia en la absorción de los nutrientes más bien hay peligro de fitotoxicidad (quemazón).

**Análisis foliar.** Los análisis foliares de la última hoja expandida en R2 son ideales para el diagnóstico de suficiencia porque dan idea de la capacidad del suelo para mantener bien nutrida la planta. Los valores usados para interpretar esos niveles son los publicados por Ohlrogge y Kamprath 1968, y por Abreu et al. 1995 citado por Galarza, Gudelj y Vallone (2002). En la Tabla 6 se presentan algunos valores como límites de niveles de deficiencia que sirven de referencia para correcciones.

**TABLA 6. ANALISIS FOLIAR: NIVELES DE DIAGNOSTICO**

NUTRIENTE	BAJO	SUFICIENTE	ALTO
<b>N</b> %	4,0-4,5	4,5-5,0	5,5-7,0
<b>P</b>	0,16-0,25	0,26-0,5	0,5-0,8
<b>K</b>	1,25-1,7	1,7-2,5	2,5-2,75
<b>Ca</b>	0,2-0,35	0,35-2,0	2,0-3,0
<b>Mg</b>	0,1-0,25	0,25-1,0	1,0-1,5
<b>B</b> ppm	11-20	21-55	56-80
<b>Cu</b>	5-9	10-30	31-50
<b>Fe</b>	31-50	51-350	350-500
<b>Mn</b>	15-20	21-100	101-250
<b>Mo</b>	0,5-0,9	1-5	5-10
<b>Zn</b>	11-20	21-50	50-75

Fuente: Ohlrogge & Kamprath. 1968 citado por Galarza, C. V. Gudelj y P. Vallone,

**Acumulación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.** La soya acumula N, P y K en las vainas y semillas más que en las hojas y tallos (Tabla 7). Aunque el P es especialmente importante en la etapa temprana de desarrollo de raíces, más del 60 % de la planta se encuentra en las vainas y semillas.

**TABLA 7. ACUMULACION DE NUTRIENTES EN PARTES DE LA PLANTA DE SOYA EN ESTADO DE MADURACION FISIOLOGICA**

PARTE DE LA PLANTA	N %	P2O5 %	K2O %
Hojas	23	16	25
Peciolos	3	6	14
Tallos	8	14	22
Vainas y Semillas	66	64	39

Fuente: Ohlrogge & Kamprath. 1968 citado por Galarza, C. V. Gudelj y P. Vallone

#### **Manejo y cosecha del cultivo**

**Hileras anchas y angostas.** Dependiendo del ancho de las hileras las plantas de la hilera más cercana a la hilera más rápida, se reduce el crecimiento de malezas y mejora

eficiencia en el uso de luz y agua, este caso ocurre con hilera angostas, lo contrario con la ancha.

**Siembra.** La planta de soja tiene una gran capacidad para adaptarse al espacio disponible. Esto quiere decir que cuando se siembran bajas densidades, la planta reacciona produciendo un mayor número de ramificaciones, de frutos y de semillas, para compensar el menor número de plantas por unidad de superficie. La distancia de siembra varía de 35 a 75 cm entre hilera a hilera, y de 5 a 15 cm entre planta y planta, esto depende de la variedad si es o no precoz. Las precoces requieren menor distancia (Scheggia y Forniels, 2007). La profundidad ideal de siembra está entre 2 a 4 cm mayor profundidad complica la germinación. Debido a daños mecánicos, daños por plagas y enfermedades, anegamiento y compactación se estiman en 10% las pérdidas iniciales (Scheggia y Forniels, 2007). La variedad Colombiana P-34 soporta distancias entre hileras de 45 cm y entre planta y planta de 8 a 10 cm.

La densidad adecuada depende del:

- a) Dosis
- b) Altura de la variedad
- c) Fecha de siembra
- d) Poder germinativo de la semilla utilizada
- e) Fertilidad del suelo
- f) Disponibilidad de humedad en el suelo, etc.

Normalmente la planta de soja tiene amplia capacidad para adaptarse al espacio disponible. Esto quiere decir que cuando se siembran bajas densidades, la planta reacciona produciendo un mayor número de ramificaciones, de frutos y de semillas, para compensar el menor número de plantas por unidad de superficie.

**Control de malezas.** Del control oportuno de las malezas se puede realizar a base de glifosato. Se puede aplicar como pre-emergente de 0.5 a 1 lt y como pos-emergente de 1.5 a 2 lt/ha.

**Control de insectos.** En el estado vegetativo, los gusanos cortadores causan daño en la floración, en la fase reproductiva, los chinches pueden dañar la formación de las semillas y afectar el llenado de los granos. Los nematodos es otra plaga que hay que tener presente porque dañan el sistema radical.

de López (2005) y Espinosa (2005) con trabajos puntuales en el cultivo de la soja ecuatoriana mencionan al ataque de ciertos insectos, hongos, virus y bacterias como las principales plagas que atacan al cultivo (Cuadro 4).

**CUADRO 4. UMBRAL DE ACCION DE LOS PRINCIPALES INSECTOS QUE ATACAN A *Glycine max* L.**

Insectos	Adultos m <sup>2</sup>	Daño (%)	Sitio del daño							
			Foliar	Floración		Llenado de vainas		Tallo/brotes	Raíz	Pecíolos
				Antes	Después	Inicio	Durante	(%)	(%)	(%)
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	15	25	X	x	x	x	x			
<i>Pseudoplusia sp</i>	15	25	X	x	x	x	x			
<i>Diadoptera sp</i>	15	25	X	x	x	x	x			
<i>Heliothis indicata</i>	25 hojas pegadas		X	x	x	x	x			
<i>Heliothis fascialis</i>	15	25	X	x	x		x			
<i>Plutella sp.</i>	15	26	X	x	x		x			
<i>Plutella spp</i>	25		X					x		
<i>Spodoptera aponera</i>		30					x	10		10
<i>Diale fabivora</i>		30					x	10		10
<i>Leptocrossus sp</i>		30					x	10		10
<i>Nezara viridula</i>	2						x			
<i>Stenotus sp</i>	2						x			
<i>Thripsa perditior</i>	2						x			
<i>Homocidus sp</i>	2						x			
<i>Homocidus guildini</i>	2						x			

Fuente: Arias de López (2005). Manejo integrado de insectos plaga en soja. Programa Nacional de Oleaginosas. Manual No. 60. Estación Experimental Boliche (INIAP – Boliche, Ecuador).

**Enfermedades a la cosecha.** Algunos síntomas de cosecha se visualizan o se evidencian cuando la defoliación por secado es de 90 a 95% y las vainas tengan una coloración que varía entre amarillo pálido a tonalidad marrón, y/o los tallos y vainas están secos, y cuando el grano tiene entre 14 y 15% de humedad.

**Control biológico.** Puede emplearse técnicas de lucha biológica con *Baculovirus entomopathicus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

**Cosecha.** El rendimiento máximo teórico de la soja que se puede alcanzar es de 11 t/ha. En condiciones experimentales, en Fannery (Estados Unidos), han logrado cosechar 7.963 Kg/ha. En Brasil, hacienda Santa Lucia, estado de Marañón, se obtuvo en el ciclo 1993/1994 un rendimiento promedio de 5684 Kg./ha (Valencia, 2007).

Previo cosecha, la maduración se manifiesta por el cambio de color de las vainas, del verde al pardo más o menos oscuro. Esto se produce paulatinamente desde las vainas inferiores a las más altas, aunque con pocos días de diferencia. Al iniciarse la maduración las hojas comienzan a amarillear y se desprenden de la planta, quedando en ella únicamente las vainas.

Cuando las semillas maduran, en un periodo de una o dos semanas esta cambia de verde a amarillo pálido y finalmente el 95% de las vainas adquieren un color marrón, los tallos también se secan, junto a ello la humedad en toda la planta decrece del 60 al 15%, en este entonces el grano tendrá de 12 a 14 % de humedad, lo que nos indica que está listo para la cosecha (Oliveros; Millán y Villaroel, 1989).

**Recolección.** Una de las etapas más importantes en el proceso de producción de la soja es la recolección. Si se retrasa la recolección se corre el riesgo de que las vainas se abran y se desgranen, las pérdidas pueden variar del 10 al 80 %. Hay que elegir cultivares que no presenten problemas de dehiscencia de las vainas ( <http://tareasadnan05.blogspot.com/>, 2006).

**Desgrane.** En días muy secos, de baja humedad relativa ambiente, será necesario prestar atención al desgrane. El grano puede experimentar bruscas oscilaciones en el contenido de humedad en función de las variaciones de la humedad relativa ambiente. Esto exige un ajuste permanente de la cosechadora para evitar pérdidas y daños. El desgrane de la soja en las instalaciones comunes ofrece dificultades, porque el peso de la columna de granos daña a los que están más abajo ( <http://tareasadnan05.blogspot.com/>, 2.006).

**Conservación.** Para su conservación, hay que reducir la humedad de los granos hasta el trece por ciento. Por encima de ese valor hay dificultades por la proliferación de hongos e insectos capaces de deteriorar el producto. En caso de que fuera necesario, por haberse cosechado granos con un grado de humedad excesivo, puede recurrirse al secado artificial de los mismos. Por esta razón, la humedad normal de los granos para almacenamiento directo es de 13 a 14 %. Si están más secos 11 o 12 % se pueden producir pérdidas por desgrane, no tanto por la dehiscencia espontánea de las vainas, sino por el golpe del molinete que abre las vainas.

**Almacenamiento.** Es necesaria la aplicación de insecticida sobre los granos para evitar las plagas que pueden atacar durante el almacenamiento.

**Principales causas de las pérdidas en cosecha.** Los valores de pérdidas en la cosecha de soja indican que son 141 los kg/ha que quedan en el rastrojo luego del desgrane de la cosechadora. Nuevas investigaciones realizadas por el INTA, permitió

reducir las pérdidas en 25 kg/ha. Estos 25 kg/ha multiplicados por un valor orientativo de 0,85 \$/kg y dividido por el precio del combustible son 11 lts de gasoil, es decir aproximadamente los litros necesarios para cosechar una ha de soya (Roskopf y Méndez, 2008).

Oliveros; Millán y Villaroel (1989) identificaron varias características que influyen en la pérdida de las cosechas:

- a. Características genéticas de algunos cultivares, impiden a la cosechadora manifestar todo su potencial.
- b. Susceptibilidad a enfermedades provocan vuelco.
- c. Susceptibilidad al desgrane.
- d. Desuniformidad de maduración.
- e. Baja altura de fructificación.
- f. Susceptibilidad al quebrado de granos.
- g. Lotes muy enmalezados: dificultan la cosecha y desmejoran la calidad.
- h. Ataque de plagas.
- i. Alto costo del secado de grano (poco uso del Gas Natural como fuente de Energía).
- j. Escasa adopción de la técnica de cosecha anticipada con secado artificial del grano. El cultivo permanece en el campo más tiempo de lo aconsejado y se acentúan los riesgos climáticos, aumentando las pérdidas naturales y de cosechadora, disminuyendo la calidad del grano.
- k. Falta de concientización sobre la incidencia económica de las pérdidas de cosecha en el balance final de la explotación.

### 3.2. GENERALIDADES SOBRE *Bradyrhizobium japonicum*

Científicamente, para Ecuador no se conoce si *Bradyrhizobium japonicum* es una especie endémica o exótica, probablemente tengamos otras razas o puede que con la introducción de la semilla de *Glycine max* también se introdujo *B. japonicum*. A nivel mundial *B. japonicum* está considerada como la primera bacteria producida a gran escala, son 108 años de utilización como inoculante de la soya.

#### 3.2.1. Taxonomía de *Bradyrhizobium japonicum*

**Identificación.** En 1888 Beijerinck, a partir de un nódulo de leguminosa obtuvo por primera vez un cultivo puro y lo llamó *Bacillus radicicola*, posteriormente fue denominado *Rhizobium*. En 1929 se reconoció seis nuevas especies: *Rhizobium leguminosarum*, *R. trifolii*, *R. phaseoli*, *R. meliloti*, *R. japonicum* y *R. Lupini*. En atención al crecimiento rápido o lento, el género *Rhizobium* se dividió (Cuadro 5) en *Rhizobium* y *Bradyrhizobium japonicum* y *B. elhanie* (Tao Wang y Martínez-Romero. ?)

CUADRO 5. CLASIFICACION TAXONOMICA DE *Bradyrhizobium japonicum*

Reino	Vegetal
Phylum	BXI, Proteobacteria
Clase I	Alfaproteobacteria
Orden VI	Rhizobiales
Familia	Hylobacteriaceae
Género	<i>Bradyrhizobium</i>
Espécie	<i>B. japonicum</i>
Nombre binomial	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
Tipo	Gram negativa

Fuente: (Tao Wang y Martínez-Romero. ?)

**Género *Bradyrhizobium*.** Son bacilos de 0.5 a 0.9, 1.2 a 3 µm. Se mueven con flagelo polar. Son cepas de lento crecimiento, productoras de alcali. Las colonias son circulares y raramente convexas con un diámetro menor a un mm. Dentro de este género se ha descrito cuatro especies: *B. yuanmingenses*, *B. japonicum* (inocula a *Glycine max* L.), *B. elkanii*, *B. liaoningense*. El tiempo de generación de estas especies es de 8 horas (FAO, 1983).

## 2.2. Inoculación, calidad, nodulación, simbiosis y fijación del nitrógeno

**Inoculación.** Montange y Macary (1983) y Moretti (2006) identifican a la inoculación como una práctica que busca la adherencia efectiva de un alto número de FBN (bacterias fijadoras de Nitrógeno; *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*) sobre la superficie de las semillas de fabáceas previa a la siembra. Pero, el exceso de fertilización nitrogenada o alto contenido de nitrógeno y contenido de carbono orgánico (materia orgánica) del suelo puede afectar la presencia del molibdeno y colateralmente en la inoculación (Tabla 8).

**TABLA 8. EFECTOS DEL EXCESO DE FERTILIZACION**

Exceso	Deficiencia
Nitrógeno nítrico	Molibdeno
Nitrógeno amoniacal	Cobre, calcio y potasio
Zinc (frutales)	Hierro, manganeso
Cobre	Molibdeno
Calcio (encalado)	Manganeso, hierro, potasio, fósforo

Fuente: Nutrición, una dieta bien equilibrada.

URL: [www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos\\_Nutri](http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos_Nutri), 2007.

**Indicadores de la inoculación.** Moretti (2006) define a la inoculación como práctica que se realiza sobre todo en áreas donde antes no se ha cultivado soya, aun cuando puede haber crecido en el mismo sitio otras fabáceas. La ventaja de una buena inoculación es proveer a cada semilla de una cantidad adecuada y suficiente cantidad de bacterias en excelente estado fisiológico para lograr una efectiva nodulación.

**Investigación.** Investigaciones realizadas en Brasil demostraron que la incorporación de bacterias a la semilla-suelo con las bacterias *B. japonicum* y *Azospirillum* lograron magníficos resultados en la producción de la soya (Moretti, 2006).

**Formas de inoculación.** En cuanto al momento y lugar de inoculación hay criterios que se evalúan entre los cuales el sistema es más efectivo, a saber;

1. Inoculación
2. Inoculación directa a la semilla
3. Inoculación directa al surco
4. Inoculación, e,
5. Inoculación demorada.

**Preinoculación.** Lanusse (2007) sugiere practicar la inoculación de la semilla con 10 a 20 días de anticipación a la siembra, luego se debe almacenar en instalaciones oscuras y a temperaturas entre 10 a 12°C, el fungicida (curasemillas) se debe agregar en el momento de la siembra, así se evita el contacto prolongado entre el Rhizobium y el fungicida. Sistema no practica para el agricultor ecuatoriano.

**Inoculación Directa.** La inoculación directa es la mezcla manual o mecánica del Rhizobium y semilla de soya en el momento de la siembra. Quienes practican este sistema de inoculación sostienen que la semilla al momento de germinar siempre necesita que este lo más cerca posible del inoculo, el criterio opuesto es que una parte del inoculante se queda en la sembradora y en el momento de la germinación los inoculos se levantan al aire junto a los cotiledones, hay pérdida.

**Inoculación al Surco.** Se practica la inoculación en forma independiente pero simultáneamente al momento de la siembra, mientras tanto los que se oponen a la inoculación directa al surco consideran que no hay garantía de que los inóculos estén cerca de la germinación, sin embargo, nuevas investigaciones realizadas en el INTA de Argentina realizadas por Ventimiglia; Carta; Rillo y Richmond (2006) demostraron la efectividad del sistema de inoculación al surco con los siguientes tratamientos:

- 1. Sin inocular
- 2. Inoculado en semilla
- 3. Inoculado en el surco de siembra (1 l/ha)
- 4. Inoculado en el surco de siembra (2 l/ha)
- 5. Inoculado en el surco de siembra (3 l/ha)

Las técnicas empleadas de inoculación al surco variaron en:

- a. inoculación directa en polvo
- b. inoculación directa en chorrillo

Logaron demostrar que el tratamiento inoculado directamente al surco dio mejores resultados, al demostrar que la nodulación fue más vigorosa obtuvieron plantas con mayor vigor, la producción se incremento de;

- \* Semilla sin inocular = 3.632 kg/ha
- \* Semilla inoculada = 3.983 kg/ha

\* Inoculación directa al surco = 4.340 kg/ha

En base a estos datos, los sojeros Argentinos están dejando de practicar la inoculación de *B. japonicum* a la semilla y lo hacen directamente al surco, comprobaron que con la inoculación al surco no se destruye los Rhizobios y se obtienen más producción/ha, ahora emplean una libra de *Brayrhizobium* por hectárea (Ventimiglia; Carta; Rillo y Richmond, 2006).

**Reinoculación.** Moretti (2006) considera a la reinoculación como una actividad imprescindible para la siembra directa e indirecta, labor que se debe realizar en cada siembra, de esta manera al inocular año a año estamos asegurando la calidad de la bacteria que llega al suelo. Moretti (2006) agrega que con razón se debe reinocular cuando las plantas han recibido mejoras genéticas lo que les hacen cada vez potenciales en la demanda de Nitrógeno, demanda que sólo puede ser cubierta por el aporte de la fijación. Se habla de inoculación por ciclo, en contraposición con la reinoculación en el mismo ciclo con diferencia de días, por ejemplo, se practica la primera inoculación directa a la semilla o directa al surco, luego de 20 o 30 días se vuelve a reinocular.

Para otros autores como Montange y Macary (1983) y Valencia (2007) consideran que no es necesario reinocular en suelos donde por años se viene cultivando soya, la reinoculación puede realizarse uno de cada dos años, puesto que las bacterias sobreviven en el suelo cerca de quince años o bien se puede volver a reinocular en suelos donde por primera vez se va a sembrar soya.

**Inoculación demorada.** La inoculación demorada es para corregir fallas en la inoculación de cultivos que por diversas causas a la germinación no ocurrió la inoculación. Lanusse (2007) ha demostrado que se puede efectuar la inoculación demorada hasta el estado vegetativo V5, siempre y cuando se realice en óptimas condiciones edáficas y con baja insolación. El inoculante se disuelve en agua y se aplica dirigiéndolo a la base de los tallos. Se debe emplear un volumen de 350 a 500 litros de agua por hectárea. En este caso hablamos de reinoculación demorada.

**¿Es necesario Inocular ?.** Hay criterios contrapuestos, ciertos agricultores sojeros de Argentina han comprobado que donde inoculan y donde no inoculan prácticamente los nódulos son iguales en tamaño pero no en cantidad, y donde no hay mucha cantidad compensan con la fertilización nitrogenada a la siembra, sostienen que no es necesario inocular permanentemente los suelos (Foro Agropecuario, 2006).

**Ventajas de la inoculación en línea de siembra.** El sistema de inoculación en línea de siembra propuesto por Ventimiglia; Carta; Rillo y Richmond (2006) presenta las siguientes ventajas:

- a. Menor necesidad de mano de obra
- b. Menor tiempo operativo
- c. Mayor facilidad para aplicar el inoculante
- d. Mayor homogeneidad en la distribución del inoculante
- e. Menor mortandad de bacterias durante la inoculación y en la aplicación del producto
- f. Mayor carga bacteriana para colonizar las raíces
- g. Menor desecación de las bacterias, con lo cual aumenta la supervivencia
- h. Bacterias expuestas a menor temperatura, lo cual genera mayor supervivencia.
- i. Menor daño mecánico de la semilla, al no tener que pasar por otras máquinas al momento de la inoculación.

**Dosis de inoculación.** En cuanto a la dosis de inoculación, tampoco hay uniformidad de criterio. Velásquez (2003); INTA EEA C. (2001); Inoculantes Rhizobacter (2006), NORPOICA (2007) y Nitragin Cell Tech® (2006) recomiendan dosis variables;

150 g *B. japonicum* x 50 kg semilla

150 g *B. japonicum* x 50 kg semilla

150 g *B. japonicum* x 50 kg semilla

150 g *B. japonicum* x kg de semilla

En promedio de 5 gramos (1.500 millones de *B. japonicum* por gramo de turba o 500 millones de bacterias por semilla) de inoculo por cada 1000 g ( 1 kg) de semilla es suficiente. Lo importante es la concentración inicial de  $1 \times 10^9$  ufc/g ó ml durante el período de inoculación y de  $1 \times 10^8$  ufc/g ó ml a la fecha de vencimiento (INTA EEA C., 2001). De donde se aprecia que la existencia de dosis Simple y dosis de Doble de Inoculación, varían de 150 g a 600 g/50 kg de semilla.

**Aumento de dosis.** Existen situaciones en las cuales es necesario aumentar la dosis de inoculante, como:

- a. Condiciones muy secas o cálidas a la siembra
- b. Presencia de rizobios nativos o naturalizados inefectivos
- c. Ausencia de cultivos anteriores de la leguminosa a sembrar, etc.

La dosis recomendada por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) es de 500 g de *B. japonicum* por cada 50 Kg. de semilla, más 600 mg de un adherente (Citowett); sin embargo, se recomienda la aplicación inicial de 30 Kg/ha de nitrógeno, de los cuales dependerán las plantas hasta tanto ocurra el desarrollo de la nodulación.

**Preparación.** Antes de la siembra, se prepara una pasta compuesta de entre 250 y 500 g de inóculo, 1 litro de agua y 100 g de azúcar o melaza por cada 50 a 100 kg de semilla. La cantidad de semilla es decisión del agricultor, está en relación al historial del cultivo. Algunos agricultores no prefieren la melaza porque atrae a las hormigas y luego estas defolian a las plántulas. Con esta pasta inmediatamente se mezcla las semillas y se procede a sembrarlas.

Es importante que;

- a. el sol no incida directamente sobre las semillas inoculadas, ya que ello podría provocar la muerte de las bacterias.
- b. y que el suelo esté bien aireado, pues la bacteria no puede fijar el nitrógeno en ausencia del oxígeno.

**Hábito perezoso.** En los nódulos radicales de diversas leguminosas se puede detectar cuatro tipos de hormonas vegetales, auxinas, citoquininas, giberelinas y ácido abscísico todas ellas a concentraciones superiores a las existentes en las raíces vecinas, no se conoce la medida en la que éstas contribuyen al balance hormonal del nódulo y por otra parte no parece que su papel en la nodulación sea muy significativo ya que mutaciones en la producción de auxinas, por ejemplo, no afectan la nodulación. Pero si se suministra exógenamente fitohormonas, estas pueden inhibir la formación de los nódulos, por lo que un posible papel inhibitor para estos reguladores podría estar en la autorregulación de la nodulación (Moretti, - BIAGRO, 2006).

En cuanto a la aplicación inicial de fertilizante nitrogenado (20 a 30 kg/ha) existe diversidad de criterios unos recomiendan la aplicación para ayudar a la planta en los primeros 20 días después de la siembra (germinación), mientras que otros investigadores consideran que al aplicar abono nitrogenado las bacterias dejarían de fijar el nitrógeno atmosférico para pasar a consumir el aplicado al suelo. En ambos casos el uso de fitohormonas y nitrógeno aplicado inoportunamente produce el fenómeno conocido con el nombre de hábito perezoso de las bacterias (Moretti, - BIAGRO, 2006).

**Verificación de la infección.** Blondeau (1981) y FAO (1983) establecieron el método para verificar la eficacia de la inoculación, consiste en arrancar algunas plantas, luego se observa la presencia de los nódulos en el sistema radical. Si son funcionales, su interior debe presentar un tono entre rojo y rosado, sino no lo son entonces el color es verde.

**Patrones de nodulación.** La nodulación es el mecanismo de infección de los rizobios en el sistema radical. Mientras que los nódulos son órganos vegetales que se produce en la raíz de la planta huésped al ingresar los rizobios.

Los trabajos realizados por Diaz-Zorita; Fernández-Caniagua; Ventimiglia y Carta (2007) demuestran diferentes comportamientos en la nodulación en relación a la inoculación directa e indirecta, por ejemplo, es importante los nutrientes y temperatura de suelo, la temperatura atmosférica, condiciones hídricas, calidad del inoculante, luminosidad, enfermedades y el hombre. También tiene relación con los sistemas de labranza practicados, e.g.:

- 1. SIN = Semilla sin inocular
- 2. SI = Semilla inoculada previa siembra. Siembra directa
- 3. SIS = Semilla inoculada al surco
- 4. LC = Labranza convencional con arado de rejas. Semilla inoculada a la siembra.
- 5. LV = Labranza practicada con arado de cinceles. Semilla inoculada a la Siembra.

**Fuentes de nitrógeno para la soya.** Ventimiglia y Carta, (2006) identificaron las principales fuentes de nitrógeno que pueden abastecer a la soya, el:

- 1. Nitrógeno derivado de la mineralización de la materia orgánica
- 2. Nitrógeno proveniente de la fijación biológica
- 3. Nitrógeno aportado por las descargas eléctricas y las lluvias
- 4. Nitrógeno que integran las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, y;
- 5. El nitrógeno que se pueda incorporar con los fertilizantes.

También identificaron que de las cinco fuentes, las dos primeras son las más importantes, siendo la fijación del nitrógeno la más económica y no contaminante.

**Demanda de nitrógeno de acuerdo a la fenología.** En la soya, la tasa de fijación biológica del nitrógeno (FBN) varía durante todo el ciclo, es baja en los estadios vegetativos, pero es en este periodo la importancia del aporte de N desde el suelo. No obstante es la etapa crítica para la formación de nódulos.

En la Figura 1 se observa que la mayor tasa de FBN se produce a partir del comienzo de las etapas reproductivas como fin de floración y llenado de grano que coincide con la mayor demanda de N. Luego de R5 la FBN disminuye hasta hacerse nula antes de

la madurez fisiológica (Fernández, C., 2003). Este fenómeno ocurre porque la planta destina gran cantidad de hidratos de carbono (fuente de energía para el rhizobio) hacia los granos, desactivando la actividad de FBN, de esta forma los nódulos al quedar sin la fuente de alimentación mueren y se caen.

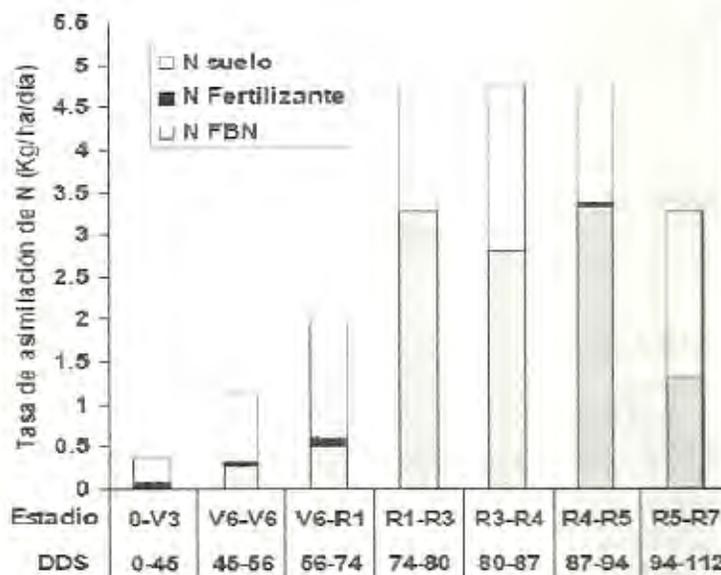


Figura 1. Tasa de asimilación de nitrógeno del fertilizante, del suelo y de la fijación biológica en soja. DDS: Días desde la siembra.

Fuente: Adaptado de Zapata y col. 1987, citado por Fernández C., (2003).

**Factores limitantes para la fijación biológica del nitrógeno.** Según Fernández C., (2003); Laboratorio Bioagro, (2007); González, (2003); González, (2006) y Ventimiglia y Carta, (2006) con amplias investigaciones científicas concuerdan que los siguientes factores pueden alterar la nodulación;

1. **Aspectos cualitativos y cuantitativos** del inoculantes y técnica de inoculación, incluyendo el uso de biocida asociado a la bacterización de la semilla.

2. **Factores de control ambiental**, entre los que se destacan: estrés hídrico con capacidad de campo menores a 60%, estrés por altas temperaturas y la interacción de ambos. En el suelo, temperaturas mayores a 45°C inhibe la nodulación en soja. Cuando la temperatura extrema interactúa con sequía, que es la situación corriente, el efecto combinado es responsable de la disminución de hasta 5 unidades log de células de *Bradyrhizobium* g<sup>-1</sup> de suelo (González, 2006 y Bodrero, 2003. ).

3. **Desbalances nutricionales**, por ejemplo, el molibdeno es un constituyente de la nitrogenasa, un defecto de Mo en el medio causa un efecto directo y negativo en la fijación del nitrógeno. Sin embargo el Fe (que también es un elemento constituyente de la nitrogenasa) cuando escasea en el medio no tiene efecto directo sobre la FBN. También son importantes otros elementos como calcio, fósforo, azufre, cobre o zinc ya que originan variaciones en el pH que si afectan directamente FBN, cuando uno de ellos concurren suelen producir fallas en la nodulación, el resultado es evidente en los suelos sin historia sojera (Ventimiglia y Carta, 2006; y [www. Forest.ula.ve./rubenhg](http://www.Forest.ula.ve/rubenhg). Nutrición mineral de las plantas. Libro Botánica Online, 2007).

4. **Alta presencia de carbono**. En el suelo, este puede inhibir la (Cuadro 6) formación de nódulos (Ventimiglia y Carta, 2006).

**CUADRO 6. CONTENIDO DE LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO**

Contenido en carbono orgánico	Interpretación	
mayor a 4	Muy alto	Sin déficit - Sostenible
2 - 3.99	Alto	Sin déficit - Aceptable
1 - 1.99	Bueno	Déficit aceptable
0. - 0.99	Bajo	Déficit moderado grave
menos de 0.49	Muy bajo	Déficit grave

Fuente: Gallardo, 2002. Materia orgánica del suelo.

5. **Acidez del suelo**. La acidez afecta en todos los aspectos de la simbiosis, desde la supervivencia y multiplicación de los rizobios en el suelo, la infección y nodulación hasta la fijación de N<sub>2</sub>. Las especies de rizobios de crecimiento rápido son generalmente más sensibles a bajos valores de pH que las de crecimiento lento. Por ejemplo, *S. meliloti*, microsimbionte de alfalfa, casi desaparece en suelos de pH menor a 6.0, mientras que *B. japonicum*, tolera valores de pH menores a 6.0.

6. **Fertilización**. Cárdenas (1982) y González (2003) confirman que; " No todo el nitrógeno acumulado por el cultivo de la soja proviene de la fijación biológica. En primera instancia, mientras se genera el sistema nodular, la planta utiliza el nitrógeno del suelo que le resulta ligeramente más barato. Si hay mucho nitrógeno en el ambiente de la raíz derivado de un suelo naturalmente rico, o del agregado de fertilizante nitrogenado, la planta dará órdenes para que el número de nódulos formados sean menos. Esta es una de las razones de la falta de nodulación". Pero, González (2003) agrega; "la inhibición nodular depende de la dosis y de la localización del fertilizante nitrogenado, si por ejemplo, se aplica 40 kg ha<sup>-1</sup> de 18 - 46 - 0, lo cual equivale a 7,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, esta dosis no inhibe la nodulación, pero dosis mayores son peligrosas porque invitan a la planta a no formar un sistema nodular que después será necesario aportar N a alta tasa durante la etapa de llenado de grano".

11. **Temperatura.** Esta afecta a la simbiosis, esta interacción es de modo indirecto que se realiza a través de los procesos metabólicos de la planta como; respiración, fotosíntesis, transporte y transpiración. Con menos de 7°C la nodulación se hace muy poco probable. En el caso extremo de altas temperaturas (40 °C), se reduce el número de raíces laterales y pelos radicales, haciendo que la probabilidad de nodulación sea menor. A temperaturas extremas tiene lugar una degradación de los nódulos.

12. **Luz.** La luz afecta a la simbiosis a través de la fotosíntesis, controlando la cantidad de carbohidratos para el desarrollo y funcionamiento del módulo. Existen evidencias de algunos efectos directos de la luz sobre la nodulación, así es por ejemplo que la nodulación es pobre bajo luz azul y máxima bajo efecto de la luz roja - esto implica una evidencia de la implicación del fitocromo reversible en el proceso de nodulación. Se han hecho experimentos con la defoliación gradual de las plantas y se ve claramente como hay una reducción en la FBN.

13. **Agua.** Las deficiencias en la disponibilidad de agua causan una baja en la fijación de nitrógeno en leguminosas, de todos modos hay diferentes adaptaciones de estas plantas a las diversas condiciones de sequía.

14. **El hombre.** Las actividades del hombre también han modificado las cantidades de fijación de nitrógeno, la mayor parte de las veces es en beneficio (como puede ser la contribución a la nodulación con diferentes fertilizantes que ofrecen minerales al suelo que ayuda a la nodulación), o también han afectado cuando hay exceso de materia orgánica y fertilizante nitrogenado.

15. **Otros factores.** Pueden ser los gases que hay en el terreno, las enfermedades como hongos, virus o micoplasmas (se ha estimado que estas enfermedades causan una pérdida de al menos el 24 % de las leguminosas del forraje).

**Establecimiento de la simbiosis de *Bradyrhizobium* – Fabaceas.** En la Soya, se ha demostrado la eficacia de las bacterias aeróbicas *Bradyrhizobium* estas fijan nitrógeno en el suelo alrededor del 55 al 90% (Blondeau, 1981). Mayoritariamente la fijación viene por los pelos radicales. Antes de que la bacteria entre en la raíz hay una multiplicación de la primera a una velocidad superior a lo normal, esto es debido a la nodulación de homoserina por la raíz, que es un estimulador del crecimiento de la fijación bacteriana. El nitrógeno atmosférico penetra al suelo hasta los nódulos de la raíz pero el nitrógeno no se acumula en los nódulos si esto ocurriera se produce la inhibición del proceso, con la estimulación del micronutriente molibdato de amonio la nitrogenasa interviene, esta lo reduce a amoníaco, luego se incorpora a las estructuras carbonatadas para producir aminoácidos y proteínas. La nitrogenasa está presente solo en las leguminosas, entre estas la Soya (FAO, 1983 e Inoculantes Rhizobacter, 2006).

Estudios realizados a través de microscopía electrónica han demostrado que la nitrogenasa está constituida por dos fracciones o componentes: una molibdoferroproteína de un peso aproximado de 200.000 daltons y una ferroproteína de 60.000 daltons. El primario está compuesto por 4 átomos de azufre. Pero, ni el componente primario ni el componente secundario pueden actuar aisladamente si no se refiere a su ensamblaje por la operatividad de la reducción biológica del nitrógeno atmosférico (FAO, 1983). Aun cuando se observa una simbiosis entre bacteria y soya no es igual, porque durante el ciclo *B. japonicum* este puede capturar hasta 10 veces su propio peso de nitrógeno por día, en el ciclo este le cede 1 kg de nitrógeno y la soya le da a cambio un miligramo de carbohidratos, en otras palabras, a cambio de este beneficio la planta pierde parte de energía.

**Aminoácido.** Entre los aminoácidos que exuda la planta se encuentra el triptófano que es fácilmente convertido por *Bradyrhizobium* en AIA (ácido indolacético). Esto tiene una importancia crucial en la infección pues lleva consigo un crecimiento y engrosamiento del pelo radical. Es decir el AIA favorece la infección (FAO, 1983).

**Atadura.** Antes de la infección tiene lugar un íntimo contacto entre *Bradyrhizobium* y el pelo radical, este contacto tiene lugar de un modo perpendicular. Este anclaje se debe a unas proteínas azucaradas segregadas por la planta que actúan como haptenos determinantes de antígenos bacterianos.

**Infección.** La deformación de los pelos radicales es el prelude para la infección. La infección comienza con un acumulo de metabolitos en la bacteria, paso primordial en esta etapa. En este punto intervienen enzimas proteolíticas de pared, que se encargan de abrir en la planta un hueco, lo que significa la entrada de la "invasión". Normalmente la infección crece centrípetamente hacia la estela, atravesando las células, corticales.

**Desarrollo del nódulo.** Los primeros pasos que se conocen es la segregación de fitohormonas como citoquininas y auxinas por las bacterias que inducen una proliferación celular. Hay otros factores de crecimiento desconocidos que se difunden por el xilema. Se sabe que en los siguientes pasos tienen lugar la formación de la enzima nitrogenasa pero el conocimiento sobre estos estadios es muy leve. A diferencia de otras fabáceas, en la Soya los nódulos tienen forma redonda y son de crecimiento determinado, en estas el tejido o meristema de crecimiento se ubica en la zona radial y, una vez alcanzado su máximo desarrollo, dejan de crecer (Fernández, C. 2003).

**Características de un buen inoculante.** La FAO (1983) recomienda que el inoculante debe tener un elevado número de bacterias viables, para semillas pequeñas el contaje de células debe fluctuar entre 100 000 a 500 000 *Bradyrhizobium* por semilla (cél/sem.), pero, según recientes estudios realizados por diversos investigadores demostraron que es suficiente 80 000 células para inocular una semilla de Soya. Sin embargo, a nivel comercial la concentración mínima exigida debe estar entre 2 000 millones de rizobios por gramo de inoculante, normalmente en el mercado se encuentra 1.000.000 de rizobios por gramo de sustrato (Pérez S. y A. Torralba, 1997).

**Preservación de los inoculantes.** La efectividad está relacionada con la preservación, técnica de mezclado y calidad de la semilla huésped (FAO, 1983). Los rizobios son particularmente sensibles al calor, a la desecación y a la luz: el inoculante debe guardarse hasta su uso en condiciones refrigeradas entre 4 - 9°C (nunca en freezer). El uso de turba estéril permite el transporte en condiciones no refrigeradas, pero es necesario proteger las bolsitas del calor y del sol.

**Reglamento comercial.** En Uruguay, la producción de bacterias inoculantes se producen bajo un marco de la ley número 13640 del 26/12/67 y Decreto 546/81 del 28/10/81 con reglamentaciones posteriores, en la cual se toma mucha responsabilidad de producción para el mercado interno y externo, se valora los aspectos cualitativos (cepa de rizobios utilizada) y cuantitativos (concentración de células de rizobios por gramo). Igual sistema de Reglamentación tiene Argentina. Aspecto que el AGROCALIDAD (antes SESA) de Ecuador debe tomar en consideración.

### 3.3. EL BIOL

El Biol, es un abono orgánico de presentación líquida, es el resultado de la fermentación anaeróbica de la materia orgánica realizada por microorganismos eficientes, es rico en fitohormonas, nutrientes, vitaminas y (Tabla 9 y 9a) aminoácidos (Suquilanda 2001). Funciona como regulador de crecimiento y también actúa como repelente contra plagas (OCEANO/CENTRUM, 2001). El biol contiene sustancias fitoreguladoras, cuya utilización constituye una técnica de cultivo que tiene como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas.

La Sociedad Americana de Fisiología Vegetal define a las hormonas vegetales o fitohormonas como fitoreguladores del desarrollo que son producidas por las plantas y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, pudiendo desplazarse desde su centro de producción a los lugares de acción. Los fitoreguladores pueden ser naturales o sintéticos y pueden promover o inhibir el desarrollo físico de las plantas.

**Grupos hormonales.** Hay cinco grupos hormonales: auxinas, giberelinas y citocininas como activadores, además de etileno e inhibidores. Dentro de los fitoreguladores los hay de tipo radicante o estimulante de la formación de nuevas raíces o del enraizamiento de esquejes. Se conocen inductores de la floración, otros de acción fructificante, otros que modifican la morfología sexual o que actúan estimulando el crecimiento o deteniendo el mismo, y otros que aceleran la maduración cuando se emplean a modo de poda química.

Desde la posibilidad de obtener fitoregulares a partir de efluentes resultantes de la digestión de materiales orgánicos, lo cual abre un espacio importante dentro de la práctica de la Agricultura Orgánica, al tiempo que abarata costos y mejora la productividad y calidad de los cultivos (SICA. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2.005).

**Disminuir dependencia de químicos.** La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, obliga la búsqueda de alternativas viables y sostenibles. El porcentaje de productores que elaboran y aplican biol orgánicos en Ecuador es relativamente bajo, el desconocimiento de sus ventajas y la carencia de elementos de juicio que les permita establecer los costos y los que se incurren en la elaboración de los mismos han limitado su uso (UICYT, 2001).

**Ventajas y desventajas de la aplicación del biol.** Suquilanda (1995 y 2002); Horna (2007) demostraron que con la aplicación del Biol en diferentes cultivos han encontrado ciertas ventajas y desventajas;

## Ventajas

- a. Incrementa la actividad fotosintética de la planta. El 92% de las plantas dependen de la actividad fotosintética y el 8% de los nutrimentos que la planta extrae del suelo.
- b. Favorece la formación de raíces, aumenta y fortalece la base radicular.
- c. Activa el poder germinativo de las semillas
- d. Induce la floración
- e. Induce la fructificación
- f. Estimula el crecimiento o detiene el mismo
- g. Aceleran la maduración
- h. Incrementa las cosechas
- i. Aportan nutrientes
- j. Son fáciles de preparar
- k. Ayudan a prevenir enfermedades
- l. Son fáciles de aplicar
- m. En dosis prudentes no hay riesgo de fitotoxicidad
- n. Son de bajo costo

## Desventajas

- a. Requiere mayor frecuencia de aplicación que los productos tradicionales.
- b. El exceso produce alteraciones morfológicas en la Planta.
- c. El exceso puede producir alteraciones en la fenología.

**Aplicación.** El Biol se debe utilizar diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 % (Suquilanda, 2002 y Osório, 2005). Las aplicaciones se deben realizar tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta.

**Activación de la semilla.** OCEANO/CENTRUM (2001) y Osório (2005) reportan que para activar la germinación de la semilla se puede remojar con una solución de Biol. El tiempo de remojo depende del tipo de la semilla; se recomienda de 2 a 6 horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para frutales de cubierta gruesa, el reporte no menciona a las fabáceas.

**TABLA 9. CONTENIDO DE NUTRITIVO DEL BIOL Y EXTRACTO DE ALGAS**

Enzimas	Concentración en ppb	
	Algas	Biol
Acido espartico	CND	CND
Acido glutámico	80	50
Acido fólico	50	30
Alanina	CND	CND
Arginina	CND	CND
Cisteina	25	30
Cianocobalina	4,2	CND
Fenilalanina	1,2	CND
Glicina	70	40
Histidina	CND	CND
Isoleucina	250	120
Lisina	CND	CND
Complejos prolinicos	300	200
Serina	55	30
Tirosina	CND	CND

Fuente: Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Cantón Buena Fe. 2005

**TABLA 9a. CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL BIOL Y EXTRACTO DE ALGAS**

Elemento	Algas	Biol
pH	9	8,5
Conductividad eléctrica	5 mmhos	20 mmhos
NH <sub>4</sub>	2.500 ppm	1.700
NO <sub>3</sub>	14.000 ppm	18 ppm
P	30 ppm	28 ppm
K	6,7 meqL-1	140,71 meqL-1
Ca	2,8	3,0 meqL-1
Mg	0,12 meqL-1	0,21 meqL-1
Mn	0,9 ppm	4,0 ppm
Zn	0,7 ppm	94,0 ppm
Cu	0,40 ppm	28,0 ppm
Fe	15,0 ppm	4,0 ppm
Na	1,6 meqL-1	6,3 meqL-1
B	0,5 meqL-1	1,2 meqL-1
S	550 ppm	720 ppm

Fuente: Hda. Fidecomiso La palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2005.

### 3.4. EL SILICIO

El silicio es un mineral amorfo cristalizado, no metálico situado en el grupo 14 de la tabla periódica de los elementos, forma parte de la familia de los carbonoides. Constituye el segundo elemento más abundante de la corteza con el 27.7 % y está considerado como el elemento de la quinta generación (Le REBAULT, L. 2004; Matichenkov, V. 2007 y Quero, 2007). Se encuentra en la naturaleza como óxido ( $\text{SiO}_2$ ) forma parte de rocas, arena, arcilla y suelos. Se combina con el aluminio, magnesio, calcio, sodio, potasio o hierro, para formar silicatos. Sus compuestos se encuentran también, en todas las aguas naturales, en la atmósfera como polvo de silicio, en muchas plantas y en los esqueletos, tejidos y fluidos orgánicos de algunas plantas. El silicio existe en la solución del suelo como ácido silícico,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  o  $(\text{SiOH})_4$  en cuyas formas es absorbido.

La planta lo emplea para transportar en sus tejidos tanto a los minerales, compuestos orgánicos como a los azúcares, formando estructuras, poliméricas y cristalinas en la cutícula de las hojas, permite resistir estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales, metales pesados, hidrocarburos, Aluminio, etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades). Las estructuras ricas en silicio que forman parte de las hojas son los: fitolitos, tricomas y cadenas poliméricas que están presentes en las paredes celulares. Los tricomas son importantes para la liberación de compuestos con actividad fungicida e insecticida (Quero, 2007).

**El silicio como elemento esencial.** Desde 1972, el silicio está considerado como elemento esencial de los cultivos. Matichenkov (2007) cita a Zamalloa (1995) quienes sostienen que el silicio es esencial en el cultivo de la soya, la deficiencia causa deformación de las hojas recién desarrolladas, marchitamiento, senescencia prematura, deteriora la variabilidad del polen y en casos severos causa fallos en el cuaje de los frutos, y demuestran que la soya tiene de  $1 - 4 \text{ mg de SiO}_2 \text{ g}^{-1}$  del peso seco foliar.

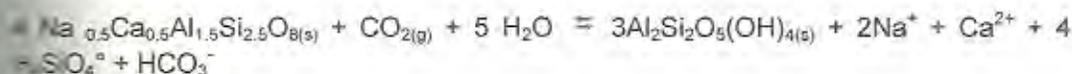
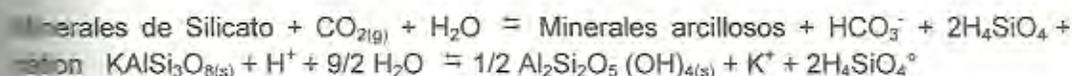
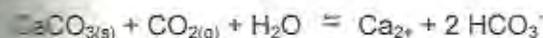
**Síntomas de deficiencia de silicio.** Las plantas deficientes en Silicio son prostradas y susceptibles de infecciones fúngicas, no toleran sequías y variaciones bruscas ni abióticas fuertes.

**Regulador del pH del suelo.** El Silicio actúa como regulador del pH del suelo, por mecanismo electrostático "bloquea" al Fe, Al y Mn, elementos causantes de la acidez de los suelos, permitiendo liberar al Ca, P, K, Mo, Zn, B (Viosil, 2005).

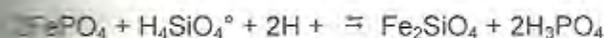
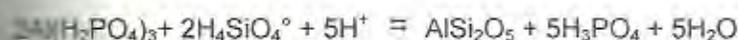
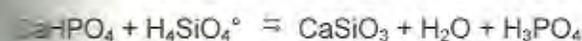
**Concentración de Silicio en el suelo.** Como dato general, las concentraciones de Silicio en una capa arable de 25 cm, varía de 250 g por kg de suelo; 350 ton/ha a 800 ton/ha (Quero, y Cárdenas, 2007), por lo que para removerlas con una demanda de

500 kilos por año, considerando la acción de la erosión hídrica y eólica, es posible plantear que en mil cosechas se removerá el Silicio de la capa arable. Por ello, las deficiencias se han notado de manera lenta, aunque en suelos donde además de la erosión biológica ocurre la hídrica, como en los climas tropicales, la productividad de los cultivos se ve severamente afectada por la falta de silicio y la alta concentración de aluminio.

Así mismo las reacciones químicas típicas que ocurren en este proceso de degradación del suelo son (Quero, y Cárdenas, 2007):



Estas reacciones muestran que además de disolverse y solubilizarse los iones, Potasio, Calcio, Sodio, etc., se forman concentraciones importantes de ácido silícico. Este ácido se convierte en el vehículo transportador de minerales al formar silicatos, de Calcio, Magnesio, Zinc, etc. y a través de formar cadenas poliméricas de ácido silícico que a su vez pueden formar estructuras micelares. En las cadenas poliméricas se pueden crear gradientes de concentración facilitando la movilización de los minerales a los sitios donde ocurre la demanda. Por otro lado, el ácido silícico, disuelve a elementos importantes como el fósforo, según las siguientes reacciones químicas:



**Ácido silícico.** El ácido silícico, pertenece a un grupo de siete formas hidratadas de  $\text{SiO}_2$ , con una fórmula general  $[\text{SiO}_x(\text{OH})_{4-2x}]_n$ , que incluye a los siguientes ácidos silícicos:

tetra ,  $\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_9$

meta-di,  $H_2Si_2O_5$

meta- tri,  $H_4Si_3O_8$ ,

meta,  $H_2SiO_3$

orto- tri ,  $H_8Si_3O_{10}$

orto-di,  $H_6Si_2O_7$  y;

orto,  $H_4SiO_4$

La última fórmula se escribe comúnmente como  $Si(OH)_4$ . Los ácidos silícicos y aniones silicatos se polimerizan por medio de la formación de múltiples uniones Si-O-Si. La estructura polisilícica puede ser lineal o cíclica y no es uniforme en tamaño. El silicio existe en la solución del suelo en concentraciones de 0.1 a 0.6 mol  $m^{-3}$ , como  $Si(OH)_4$  (en órdenes de magnitud más alto que los macronutrientes como fósforo  $H_2PO_4^-$  y  $HPO_4^{2-}$ ). También es importante mencionar que las soluciones de silicatos muestran un pH básico y que el ácido silícico es soluble a pH entre 7.5 y 8.0 y a un pH menor a 7.0 es insoluble.

Dado que el silicio puede reintegrarse al suelo a través de incorporar los residuos agrícolas es posible establecer un ciclo biogeoquímico que permita la conservación del suelo y la productividad.

**Beneficios del Silicio para la agricultura.** Los beneficios permiten una solución económica y rentable para la producción agrícola, destacando lo siguiente (Rivas, R. 2007; Quero 2006; Quero 2007 y Rivera et al. 2004):

- 1. Incrementa la productividad
- 2. Restaura la degradación del suelo
- 3. Incrementa la retención de agua del 30 al 100 %
- 4. Incrementa la capacidad de intercambio iónico
- 5. Incrementa el aprovechamiento del agua del 30 al 40 %
- 6. Incrementa el desarrollo radical del 50 al 200 %
- 7. Incrementa la absorción de fósforo del 40 al 60 %
- 8. Incrementa la absorción de la roca fosfórica del 100 al 200 %
- 9. Previene la inmovilización del fósforo

- 13. Reduce la lixiviación del P, N, K, etc.
- 14. Incrementa la resistencia de la planta a la salinidad
- 15. Protege a la planta contra el ataque de hongos e insectos
- 16. Restaura las áreas contaminadas por metales pesados e hidrocarburos.
- 17. Mejora y potencia la mezcla de biosólidos (biol, purines, compost, etc)
- 18. Tiene acción sinérgica con el Ca, Mg, Fe y Zn
- 19. Forma parte de la estructura de los tricomas
- 20. Mejora la estructura foliar (espesor)
- 21. Mejora el sistema inmunoregulator de la planta. Sobre este numeral estudios recientes realizados por Rivas (2007) en cultivos de soya en México confirma que con la aplicación de Silicato de potasio líquido logro controlar enfermedades fúngicas, virales e insectos.

**Silicio orgánico.** El Silicio Orgánico se diferencia del mineral por la presencia de uno o varios átomos de carbono. Bajo esta forma es uno de los componentes principales de los organismos vivos (Le Renault, 2004).

Con el fin de comprender mejor la biodisponibilidad del Silicio orgánico, es importante diferenciar las formas bioquímicas del Sílice y el Silicio. El Silicio coloidal (Sílice mineral arcilla u otros) se forma por coloides en suspensión en el agua. Un coloide está hasta cierto punto a medio camino entre sólido y soluble; es más asimilable que un sólido pero su asimilación no es comparable con un soluble. Para pasar la barrera celular, el Sílice coloidal se asocia con una proteína que le sirve de transportista. Esta proteína no le es específica, se vincula también con otros oligoelementos, minerales y sustancias. Posee por lo tanto un límite máximo de saturación. El Silicio coloidal es pues de muy escasa absorción (Le Renault, 2004).

En cambio el Silicio orgánico, por su hidrosolubilidad, la cantidad de proteínas, aminoácidos y vitaminas (Tabla 10) de hecho tiene conexión directa, es absorbible en dosis muy elevadas, la absorción estaría cerca del 70%, mientras que el silicio mineral está cerca del 3% de absorción, a pesar de este bajo valor los efectos en las plantas son visibles. Esta es la razón del porque sinergizar el Silicio mineral (inorgánico) con el

TABLA 10. ANALISIS BIOQUIMICO DEL EXTRACTO PILORICO DE LA CASCARILLA DE *Oryza sativa* L.

Elemento	Concentración
N Total	0.04 %
P	1.32 ug g <sup>-1</sup>
K	1.49 ug g <sup>-1</sup>
Ca	10.00 ug g <sup>-1</sup>
Mg	0.49 ug g <sup>-1</sup>
S	0.77 ug g <sup>-1</sup>
Fe	50.20 ug g <sup>-1</sup>
Mn	18.00 ug g <sup>-1</sup>
Zn	0.50 ug g <sup>-1</sup>
Mo	0.005 ug g <sup>-1</sup>
Cu	0.15 ug g <sup>-1</sup>
B	0.056 ug g <sup>-1</sup>
Na	0.70 ug g <sup>-1</sup>
Fitohormonas:	
Auxinas	0.04 ppb
Giberalinas	No detectable
Citoquininas	0.008 ppb
VITAMINAS:	
Vitamina	C
Vitamina	K
Características Bioquímicas:	Buena
Partición coloidal:	Buena
Capacidad de carga biopolimérica:	Buena

Fuente: Empresa bananera CURITIVA, S.A. Quevedo, 2007.

## 2.5 SINERGISMO

**Sinergismo.** es la unión de dos o más moléculas cuyo resultado (mezcla) es superior a la acción o efecto individual de cada molécula. El sinergismo puede actuar como de potenciación, potenciación y facilitación, en este caso la mezcla aumentara la respuesta del fármaco (Maya, 2004, Universidad Autónoma de Madrid, 2004 y Guerra, 2006).

**Antagonismo.** Cuando ocurren reacciones adversas como precipitaciones se habla de antagonismo.

**Agonismo.-** Los agonistas son compuestos que no ejercen reacción química en forma completa o si lo realizan es en forma parcial (Rodríguez D., Del Castillo P., y Aguilar C. 1990).

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1. UBICACIÓN Y CLIMA

La presente investigación se desarrollo durante el periodo comprendido entre Agosto 20 (siembra) a Diciembre 13 del 2007 (cosecha), en la "Hacienda Fidecomiso La Palma" km 44 vía Quevedo Santo Domingo, la misma que pertenece a la parroquia Patricia Pilar, cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos, República del Ecuador. La extensión total de la Hacienda es 1600 has, distribuida en varios Lotes y Sub-lotes con cultivos de *E. guineensis* (Palma aceitera), *Zea mays* (maíz). Se trabajo en una parte del Sub-Lote A6. Las características del área de ensayo fueron las siguientes;

La temperatura ambiental y precipitación se observan en el Cuadro 7, los datos fueron proporcionados por la Estación Meteorológica más cerca, INAMHI – ESPE, la misma que se encuentra a 10 km al norte de la presente investigación y geográficamente está ubicada a 260 msnm entre los 00° 29' S, 79° 21' W.

Cuadro 7.- DATOS METEOROLOGICOS DEL AREA Y ZONA DE ENSAYO. HDA. LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE.

Datos meteorológicos	Promedio:
Altitud	179 m.s.n.m.
Latitud Sur	0° 31' 55"
Longitud Oeste	79° 23' .65"
Temperatura	22° C
Humedad relativa	84%
Heliofania (horas luz / ano)	860.28
Precipitación	2.180 mm/ano
Clasificación ecológica	Bosque húmedo tropical
Topografía	De regular a ligeramente ondulada
Tipo de suelo	Francoarcillo-limoso
pH del suelo	5.2. (Horizonte A)

##### 4.2. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos estudiados fueron ocho, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se hizo una quinta repetición a la cual se considera como Pre-tratamiento, que y a

desar de haber tomado los datos igual como a los otros tratamientos no se incluye en la evaluación estadística (Foto 1).

#### 4.2.1. Función de las parcelas de Pre-tratamiento

Las ocho parcelas de pretratamiento son replicas por cada parcela del tratamiento estadístico, están incluidas en el Bloque V. Las parcelas de pretratamiento (Foto 1e) sirvió para ensayar dosis programadas tres días antes de la aplicación definitiva a las verdaderas parcelas de tratamiento, de esta forma, con tiempo se podía conocer algún factor de fitotoxicidad.

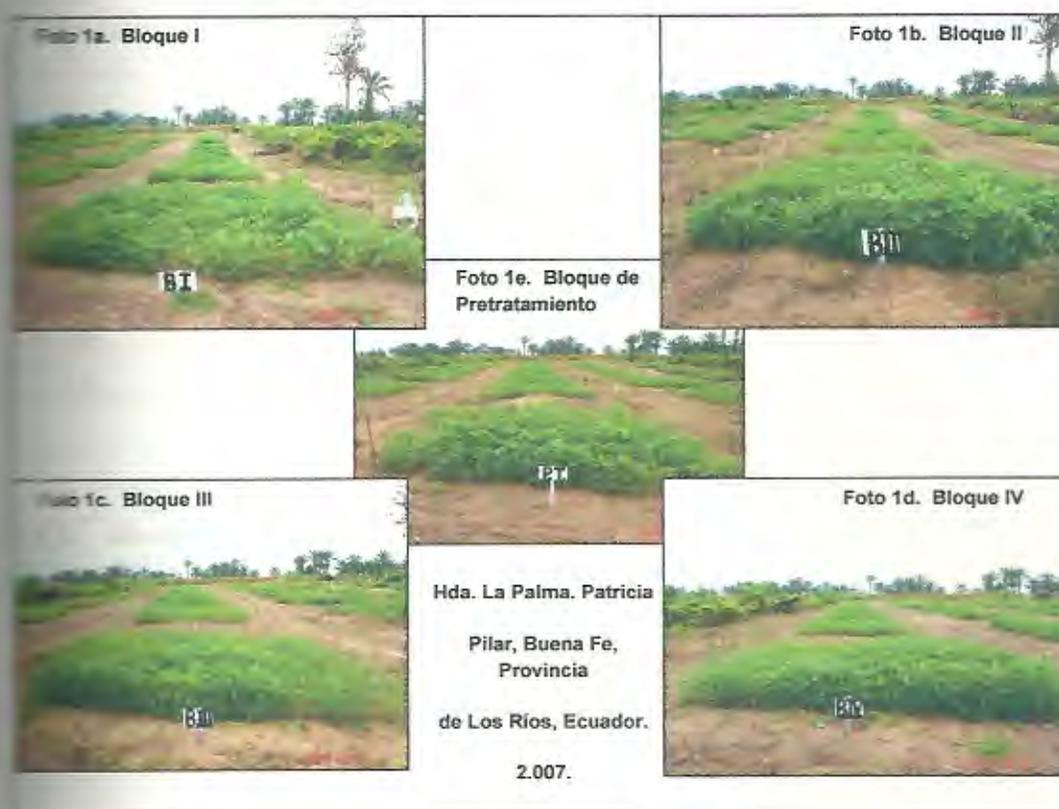


Foto 1. Bloques de tratamientos. Se observa la distribución simétrica de los cuatro Bloques y parcelas distribuidos al Azar. Se incluye el Bloque de Pretratamiento (centro). Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

#### 4.2.2. Factores de estudio

Para estudiar el efecto del *Bradyrhizobium japonicum*, Biol y Silicio en la producción de *S. max L.*, bajo las condiciones de los suelos de la parroquia Patricia Pilar, cantón Buena Fe durante la estación seca de Agosto a Diciembre, se diseñó la aplicación de los factores de tratamiento que se identifican como, Principales y Combinados;

**Factor Simple; Dosis por hectárea y aplicación**

Tratamiento	Factores	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (gramos) para 50 Kg de semilla <i>G. max L.</i>	Biol (litros)		Silicio (litros)	
			Follaje	Suelo	Follaje	Suelo
1	A ( <i>Bradyrhizobium japonicum</i> )	227				
2	B (Biol)		4			
3	C (Silicio)				2	4

**Factor Combinado; Dosis por hectárea y aplicación**

Tratamiento	Factores	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (gramos) para 50 Kg de semilla <i>G. max L.</i>	Biol (litros)		Silicio (litros)	
			Follaje	Suelo	Follaje	Suelo
4	A + B	227 g	4			
5	A + C	227 g			4	2
6	B + C		4		4	2
7	A + B + C	227 g	4		4	2
8	Testigo (método agricultor), sin: A + B + C					

**6.2.3. Modelo matemático**

- Factorial A x B x C, diseño de Bloques Completamente al Azar.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + P_l + \sum_{l=1}^m \pi_{ljk}$$

$Y_{ijk}$  = total de una observación

$\mu$  = media general de la población

$\alpha_i$  = Efecto del *Bradyrhizobium japonicum* (inoculación), A.

$\beta_j$  = Efecto del Biol, B.

$\gamma_k$  = Efecto del Silicio, C.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de los niveles de los factores  $\alpha$  y los niveles de factor  $\beta$

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = Efecto del factor C

$(\mu\gamma)_k$  = Efecto de la interacción B . C

$(\mu\delta T)_{ijk}$  = Efecto de la interacción A . B

$\mu$  = Efecto de los Bloques

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio (Error experimental)

#### 4.2.4. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), distribuido en un factorial  $2^3$ , con ocho tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, formando un total de 32 parcelas experimentales. Cuando el resultado de análisis de varianza resultó significativo, se aplicó la prueba de Tukey de esta forma se determinó las diferencias entre valores promedios, aceptando un nivel de significancia estadística de  $P \leq 0,05$ . A continuación se presenta la descripción del Análisis de Varianza (Adeva) :

#### ADEVA:

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamiento		7
A	a-1	1
B	a-1	1
C	a-1	1
AB	a-1 · b-1	1
AC	a-1 · c-1	1
BC	a-1 · c-1	1
ABC	(a-1) (b-1) (c-1)	1
Bloques	r-1	3
Error	(a · b · c -1) (r-1)	21
Total	a · b · c · r-1	31

## 4.2.5. Características de las Unidades experimentales

La unidad experimental está constituida por:

Tratamientos	=	8
Repeticiones por tratamiento	=	4 (mas uno como pre-tratamiento, no sujeto a estadística)
Total de parcelas	=	32 (más 8 de pre-tratamiento, no sujeto a estadística)
Largo de la parcela	=	5 m.
Ancho de la parcela	=	5m.
Distancia entre parcela y parcela	=	5 m.
Área total de la parcela	=	25 m <sup>2</sup>
Área total útil de los 8 tratamientos	=	800 m <sup>2</sup>
Área total de cada Bloque	=	400 m <sup>2</sup> .
Área total del ensayo	=	3 200 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras por parcela	=	45 cm
Número de plantas por parcela	=	550
Número de hileras útiles por parcela	=	11
Distancia entre plantas	=	10 cm.
Número de Bloques	=	4 (mas uno de pre-tratamiento, no sujeto a estadística)
Distancia entre Bloques	=	5 m

## 4.3. ANALISIS DE LA INFORMACION

Los datos estadísticos generados en la investigación fueron analizados mediante procedimientos de estadística descriptiva y experimental, en la experimental se utilizó el programa Infostat. Las variables estudiadas son;

- Germinación ( % )
- Crecimiento de la planta (cada 30 días)
- Número de semillas por vaina/planta
- Conteo de nódulos (25 días antes de la cosecha)

- 2. Análisis del nitrógeno foliar
- 3. Rendimiento de granos (kg) por hectárea
- 4. Análisis económico

#### 4.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

**Análisis de suelos.** Un mes antes del ensayo el suelo estuvo cubierto por el cultivo de *E. guineensis* (palma aceitera), en producción por más de 25 años. Para conocer la textura y estructura del suelo del área de ensayo se realizó una calicata en el centro de esta. Se recogió dos muestras representativas, la primera entre los 30 primeros centímetros de la superficie del suelo, y la segunda a los 50 cm de profundidad. Al iniciar el ensayo, por tratamiento se recogió y promedió dos muestras, una a los 30 primeros centímetros de la superficie del suelo, horizonte A. La segunda a los 50 cm, horizonte B. En total dieciséis muestras que representa a los ocho tratamientos. Las muestras fueron enviadas al INIAP - "Pichilingue" donde se realizó el correspondiente análisis.

**Humedad, pH y compactación del suelo.** Para conocer los valores fluctuantes de la humedad del suelo se utilizó el potenciómetro In situ CODEMET, mide dos valores; pH y humedad, los datos fueron tomados semanalmente.

Para conocer el nivel de compactación del suelo se utilizó el penetrómetro – Consolidated Strength, cuyos rangos de densidad o grado de compactación del suelo van de 0,25 a 4,5 kg/cm<sup>2</sup> o Tn/Ft<sup>2</sup>. Los datos fueron tomados antes y al final del ensayo, para el efecto se realizó calicatas de 0,60 m x 0,70 m de ancho y profundidad, respectivamente. Se tomó datos del horizonte A (0,30 cm) mientras que el horizonte B por presentar características específicas se dividió en horizonte B1 y horizonte B2. Estas características son casi idénticas para los otros tratamientos.

**Preparación del terreno.** Una semana antes de la siembra se realizó un pase a 30 cm de profundidad con romplow más dos pases con rastra liviana.

##### 4.4.1. Material vegetal

Se utilizó semilla fresca de la variedad Soya P-34 de procedencia Colombiana, semilla proporcionada por la Asociación de Productores de Ciclo corto (APROCICO) con sede en la ciudad de Quevedo.

#### 4.4.2. Inoculación y reinoculación

En el ensayo se aplicó el sistema de inoculación y reinoculación, la reinoculación es recomendada por (Ferraris, G.; G. González A. y M. Díaz-Zorita. 2006) cuando se trata de siembras de soya por primera vez.

**Inoculación.** En 50 kg de semilla de soya se inoculó 227 g *B. japonicum* (igual a 4,54 g/g de semilla) más 250 gramos de azúcar que actúa como adherente. Previo a la inoculación de la semilla, esta fue humedecida 5 minutos a fin de que el azúcar y *B. japonicum* se adhieran con mayor facilidad al grano de soya. Los Tratamientos; 2, 3, 6 y 7 no recibieron inoculación.

**Muestreos-Reinoculación.** A los 25 días de la inoculación y siembra de la semilla de soya se procedió a muestrear el avance de la formación de nódulos de bacterias fijadoras de nitrógeno (*B. japonicum*), en base a la baja infestación se tomó la decisión de la reinoculación en chorro, nuevamente se aplicó 227 g del inoculo por hectárea. Este es la razón del promedio total empleado de una libra de *Bradyrhizobium japonicum* por hectárea de soya variedad P-34. Los Tratamientos; 1, 4, 5 y 7 recibieron inoculación y posterior reinoculación con el sistema al Chorro dirigido al surco.

#### 4.4.3. Siembra y raleo de la semilla de soya (*Glycine max L.*)

La siembra fue manual, se utilizó un cincel prefabricado, semejando a un arado, manteniendo la profundidad de 3 cm se rayó el suelo, se mantuvo la distancia de 45 cm entre hilera a hilera y entre planta y planta, 10 cm. En cuanto al raleo, a los 15 días de la germinación se procedió al raleo, se dejó 10 plantas por metro lineal.

#### 4.4.4. Germinación.

Para el 23 de Agosto - 2007, fecha de la siembra, días antes había ocurrido precipitaciones que promediaron los 22 mm, lo que permitió que en el suelo a los 0.30 cm de profundidad se mantuviera la capacidad de campo entre, 75; 62 y 63%, para la primera, segunda y tercer semana, respectivamente. Sin embargo, para esta misma fecha, la capacidad de campo en los primeros 10 cm del nivel superior del suelo (parte del horizonte A), variaba de 50 a 60%. Esta variación obedece a la mayor o menor cantidad de hojarasca en proceso de digestión por parcela, factor que consume la humedad del suelo. Probablemente, aun cuando está en el límite de la capacidad de campo esta variable puede ser otro factor por el cual la germinación de la semilla no fue uniforme y haya ocurrido en dos periodos.

Para el primer periodo de germinación que comprende los siete primeros días de la siembra, el porcentaje de germinación fue el 69,18% mientras que en la segunda época, al completar los 15 días de la siembra se obtuvo un total de 99,22% germinación, que al analizar con los parámetros de calidad de germinación de la semilla de soya propuesta por Casini 1999 citado por Cereales y oleaginosas (2007) se encuentra dentro de la clasificación de excelente calidad de semilla, solo para germinación y no para vigor. El vigor es 70%, el 30% de déficit fue otra variable que influyo en;

- la aparición de las hojas
- proceso de infección – nodulación de *B. japonicum*,
- aparición de flores
- fructificación
- maduración del fruto, y la;
- etapa senil de la planta no sea uniforme.

#### 4.4.5. Fertilización

En el Diseño Experimental, se incluyo la fertilización edáfica; (*B. japonicum* directo a la semilla mas Biol y Silicio al suelo) y foliar; (Biol y Silicio), los factores de tratamientos A, B y C, se aplico tanto al inicio como 20 días después de la siembra y al inicio de la floración, se describe.

**Aplicación del Biol y Silicio;** Según el tratamiento, para la aplicación vía edáfica o foliar estos se diluyeron, bien en forma individual o juntos 2 l de biol y/o silicio en 200 l de agua de pozo. El pH del agua de pozo fue 6.72 (ligeramente acida). El pH inicial del biol puro fue 6,82 y este diluido en 200 l de agua dio 7,46. El pH del silicio en estado puro fue 12 y diluido en 200 l de agua dio 10.78. Mientras que los 2 l de biol más los 2 l de silicio juntos y diluidos en 200 l de agua dieron un pH de 10.0

#### 4.4.5. Reacción del pH durante las mezclas.

Cuando el biol como el silicio al reaccionar con el pH del agua (6.72) no formo precipitaciones o floculos, ni tampoco afecto en la alteración morfológica de la estructura de la planta, esto explica que existió sinergismo entre las mezclas. Para conocer la variación del pH de las mezclas se utilizo el potenciómetro digital YSI (modelo NO pH 10).

se tuvo que realizar tres aplicaciones del insecticida Lufenuron (Cuadro 8), la primera a los 20 días de la germinación, la segunda al inicio de la floración y la tercera a la formación y cuajado de la vaina (granos).

**CUADRO 8. CONTROL DE INSECTOS PLAGA**

Plaga	Insecticida aplicado	Dosis/ha	Estadio de la planta
Mariquita (Diabrotica spp. )	Lufenuron	300 cc	20 días después de la emergencia
Mariquita (Diabrotica spp. )	Lufenuron	300 cc	A los 60 días
Gusano sanduchero (Hedilepta indicata)	Lufenuron	300 cc	A los 85 días

#### **4.10. MEDICIONES EXPERIMENTALES Y METODOS DE EVALUACION.**

##### **4.10.1. Germinación.**

El porcentaje de germinación por tratamiento fue obtenido previo dos conteos, el primero a los 8 días y el segundo a los 16 días de la siembra, por parcela se contó 5 hileras al final nos dio los datos del numero de semillas germinadas/parcela por tratamiento.

##### **4.10.2. Altura de la planta.**

Se realizo tres mediciones, la primera a los treinta días de la germinación. Al azar, se tomo una de las hileras del centro de cada parcela, en los extremos de estas se balizo y se amarro una piola la misma que sirvió de guía para el muestreo, a medida que la planta crecía se elevaba la piola. La altura fue tomada desde la base del tallo hasta la última yema terminal de la planta. Las dos restantes mediciones se realizo con un intervalo de treinta días.

##### **4.10.3. Número de vainas por planta y, semillas por vaina/planta.**

Al momento de la cosecha por parcela se tomo al azar 100 plantas, se contó y se promedió el número de vainas/planta/tratamiento e igual procedimiento se realizo para el caso de semillas por vaina/planta/tratamiento.

#### 4.13.4. Cuento y verificación de viabilidad de los nódulos.

Para verificar la viabilidad y conteo de nódulos de *B. japonicum*, se aplicó los métodos conocidos de Vincent y; Montange y Beunard, respectivamente, para el primer método se empleo una lavacara de agua, donde se puso a remojar la planta extraída con suficiente pan de tierra y raíces, después de que el suelo se saturó de agua con una cuchara de 1,5 pulgadas de ancho se lavo cuidadosamente las raíces, al quedar libre de tierra con la ayuda de una lupa de 20 aumentos se procedió a contar los nódulos, finalmente la viabilidad fue conocida en el microscopio American Optical a 10 aumentos.

#### 4.13.5. Cosecha - Rendimiento de granos (Kg) por hectárea.

Debido a las condiciones ambientales, como inicio de altas precipitaciones y poca luminosidad se tuvo que cosechar (Diciembre 13 – 2007) cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica con 27,96% (promedio) de humedad. Se cosechó manualmente, los resultados se sumaron y promediaron por tratamiento, los mismos se sirvieron para cuantificar el rendimiento en kilogramos por hectárea. Se observó que previo a la maduración de los granos de *G. max L.* el sistema foliar de la planta hacia la senectud foliar de abajo hacia arriba y concluye cuando esta defoliada (Fotos 1 y 4), en este estado está lista para la cosecha.

#### 4.13.6. Humedad y peso del grano.

Después antes de la cosecha, por parcela/tratamiento, se monitoreó la humedad y peso del grano (promedio 100 semillas de *Glycine max L.*), la humedad se midió con el higrómetro Grain Moisture Tester PM-410 y el peso fue tomado con la balanza (digital) gamma AHOUS.

#### 4.13.7. Análisis químico del suelo y, análisis del nitrógeno foliar.

Por tratamiento se realizó dos análisis químicos del suelo, el primero antes de la siembra, y el segundo concluida la cosecha. En cuanto al análisis foliar se tomaron muestras a los 25 y 70 días de la siembra, respectivamente. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de INIAP – Pichilingue en Quevedo.

#### 4.13.8. Análisis económico.

El análisis económico se realizó en función de los costos de producción versus ventas, determinado por la siguiente fórmula:

$$B = Y \times PY;$$

De donde:

- IB = Ingreso Bruto  
Y = Producto  
PY = Precio del producto

**Costos totales de los tratamientos.** Se obtuvo mediante la suma de los costos fijos (Terreno, siembra, control de malezas química y manual, etc.) y los costos variables (obtenidos de la fertilización orgánica, inorgánica e inoculante). Se calculo mediante la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX$$

De donde:

- CT = Costo total  
X = Costo variable  
PX = Costo fijo

**Beneficio neto de los tratamientos.** Fue el resultante del beneficio bruto, menos los costos totales de cada tratamiento y se calculo mediante a siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT;$$

De donde:

- BN = Beneficio neto  
IB = Ingreso bruto  
CT = Costo total

**Rentabilidad;** Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento para los costos totales de dicho tratamiento:

$$R = \frac{BN}{CT}$$

R: Rentabilidad

BN: Beneficio neto

CT: Costo total

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. SUELO.

Los suelos del ensayo presentan la textura Francoarcillo-limoso con estructura entonada. De acuerdo a la calicata realizada se observo que el primer horizonte (A) tiene 0.30 m de profundidad rico en materia orgánica, (MO; 7,2%) de color pardo oscuro. el horizonte B (B1, B2) tiene más de 0.60 m, las densidades o niveles de compactación se observa por horizonte y tratamiento en el Cuadro 9.

### 5.2. Análisis químico del suelo.

En el Cuadro 10, primer recuadro correspondiente al primer análisis de análisis químico del suelo se observa que en los 30 cm primeros centímetros de la superficie encontramos cinco valores claves que influyeron en la baja infección, nodulación y colonización de nódulos de *B. japonicum*;

- a. pH ácido (5,15 unidades)
- b. MO (7,2%)

El pH es muy bajo (ácido) y el porcentaje de la materia orgánica es muy alta, datos que concuerda con las diversas investigaciones realizadas por; Fernández C. (2 003); Martínez (2003); Laboratorio Bioagro (2007); González (2 006); Ventimiglia y Carta (2005) y Scheggia y Forniels (2.007)

En el mismo Cuadro 10, en un recuadro se observa los análisis químicos donde se resume los promedios de cada elemento por horizonte y en el Cuadro 10a se observa el promedio total entre los horizontes; A y B.

En el horizonte A, el P se encuentra con un promedio alto de 17.9 ppm que por efecto del pH ácido, 5.15 (promedio), se encuentra en el límite del bloque. La MO también se mantiene en alto valor; 6.02%. Estos mismos valores comparados con el horizonte B bajan drásticamente, sin embargo el cobre, hierro se mantienen en niveles altos; 17,9 y 1,82 ppm, respectivamente.

Por consiguiente, el pH promedio de 5,15 unidades se encuentra a 0,85 unidades menos del valor de 6 sugerido por Scheggia y Forniels (2.007), por lo tanto el pH fue un factor limitante para la nodulación, sin embargo, este factor no fue limitante para el desarrollo

En la planta *Glycine max* L., esta puede crecer con pH de hasta 5.15 unidades de hidrogeno, como queda demostrado en la presente investigación.

Durante las dieciséis semanas del ensayo del cultivo de *Glycine max* L. se observó que hay una estrecha relación entre la variación numérica del pH (erróneamente llamado cambio del pH. El nombre genérico de pH como tal no cambia, se mantiene, lo que cambia son sus unidades, por lo tanto el pH varía), capacidad de campo de donde a mayor o menor humedad de suelo, el pH disminuye o se incrementa, respectivamente (Figura 2).

Según Sánchez (2006), el fenómeno de disminución del pH se debe a la presencia del hidrogeno que desplaza a los iones de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  los cuales son posteriormente lavados del suelo, disminuyendo la riqueza de nutrientes disponibles. El  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  son reemplazados por el Al, H y Mn. Sánchez (2007) y León (2007) concluyen que el pH del suelo es básico para la optimización de la absorción de los nutrientes. Sin embargo, Turati (2008) considera que interpretar los análisis de suelo tomando en consideración solo el pH y los valores totales de los nutrientes, sin relacionar con la capacidad de Intercambio Catiónico, ponen en duda tal axioma.

Una de las causas identificadas que contribuyen en la acidez de los suelos del ensayo se dio en el Horizonte A que tiene 5,15 unidades y Horizonte B con 5,60 unidades de acidez es;

es la alta tasa de materia orgánica (7,2%) encontrada en los suelos del presente ensayo donde por acción de los microorganismos es convertida en ácidos orgánicos,  $\text{CO}_2$  y agua formando finalmente ácido carbónico, el mismo que reacciona a su vez con los carbonatos de Ca y Mg, para formar bicarbonatos que lixivian, y;

es la alta precipitación, mayor a 2200 mm/año, datos que confirman las investigaciones de Sánchez, (2006) y León (2007) quienes sostienen que las altas precipitaciones contribuyen a lixiviar el calcio del suelo y este es reemplazado por el aluminio, manganeso. Los datos de estos dos literales (a y b) son determinantes para que ocurra la acidez en los suelos del ensayo en la zona de Buena Fe, Buena Fe.

Las investigaciones realizadas por INPOFOS 2006 sobre pérdidas de los fertilizantes con pH de 4.5 a 5.5, pérdidas medias con pH 6 y cero pérdidas con pH 7 son buenas para efectos de la optimización de fertilizaciones futuras sobre todo cuando los valores de pH del suelo presente en el horizonte A y B son igual a; 5,15 y 5,6,

respectivamente, valores que caen dentro de fuertes pérdidas y pérdidas medias de nutrientes.

### 11.1. ANALISIS FOLIAR

En el Cuadro 11, correspondiente al primer análisis se observa una característica muy interesante para todos los tratamientos, encontramos niveles altos en macro y micronutrientes, inclusive en el testigo que normalmente no debería existir este factor, tal como que el tratamiento testigo responde al alto contenido de nutrientes del suelo producto de la alta tasa de materia orgánica. En el Cuadro 11a, con excepción del Nitro este empieza a ser traslocado del sistema foliar a los granos de la vaina, los otros elementos, en menor proporción se repite con valores altos y en exceso.

### 11.2. REACCION DEL pH EN LAS MEZCLAS.

En el Cuadro 12 se observa el resultado final del pH de cada producto empleado como también el pH resultado de la mezcla de los productos. Se observó que durante la preparación no ocurrió antagonismo, agonismo, más bien ocurrió sinergismo, tampoco alteró la estructura morfológica de la planta de soya (*G. max L.*).

### 11.3. GERMINACION

Para encontrar las respuestas entre dos períodos de germinación se analiza los Cuadros 13 - 13c (primer período) y del Cuadro 14 - 14c (segundo período) de Análisis Estadística. En el primer período de germinación los resultados de los tratamientos confirman que tenemos diferencia estadística altamente significativa porque el valor de Fisher supera los niveles de probabilidad del 5 y 1%, estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

En este mismo período, la interacción BxC es significativa porque solo supera el nivel del 5%, no se acepta la hipótesis nula. El factor combinado triple AxBxC es altamente significativo porque supera los dos niveles de probabilidad. El coeficiente de confianza 6,01% nos demuestra el grado de confianza en los datos generados. En cuanto al comportamiento de Bloques no se observó diferencia estadística.

En el segundo período, se completó el 99,22% de germinación promedio para todos los tratamientos (Figura 3). La F de la tabla de Fisher no supera los dos niveles (5 y 1%) de probabilidad, se acepta la hipótesis nula, igual ocurre para los factores simples

y combinados dobles y triples. Sin embargo, al observar la respuesta de los Bloques se observa que la germinación es altamente significativa para los dos niveles de significancia, se rechaza la hipótesis nula, esto queda corroborado con los resultados dados en los Bloques 2, 3 y 4.

En la Figura 3 se presenta la diferencia del porcentaje de germinación para los dos periodos. Se observa que en el segundo periodo de germinación el T4 tratado con *Bradyrhizobium japonicum* + Silicio, tiene el más alto porcentaje de germinación, 100%, sin embargo, este valor comparado con las medias de los otros tratamientos no tiene significancia estadística. Los factores de tratamientos A, B y C tampoco influyeron en la germinación del grano de soya, estadísticamente tuvieron igual comportamiento de acción.

El vigor, calidad genética de la semilla descrita por Gally, T. (2004); Guamán (2005) y Cereales y Oleaginosas (2007) y la deficiencia hídrica del 50% promedio en los 10 primeros centímetros de la superficie del suelo factor mencionado por; Oliveros; Millán y Dorgelis (1989) e INIFAP (2004) pueden haber influido para que ocurra los dos periodos diferentes de germinación de la semilla de *Glycine max* L. en el presente estudio.

#### 15. NUMERO DE SEMILLAS POR PLANTA.

En los Cuadros 15 – 15b se observa que no existe diferencia numérica ni estadística significativa tanto para el conjunto de tratamientos, como para los factores individuales, de combinación doble y combinación triple. Se acepta la hipótesis nula. Los factores de tratamientos no incidieron en la presencia total de semillas por planta, más obedece a factores genéticos de la variedad Soya P-34 (*Glycine max* L.).

En el Cuadro 15c se observa que los tratamientos con las medias numéricas de semillas por planta es significativa, de donde el tratamiento con menor (66,95) y mayor (87,90) número de semillas por planta corresponde al T3 que es tratado solo con el factor C (Silicio) y T8 que no tiene los factores AxBxC (testigo agricultor tradicional). Los otros tratamientos varían la media de semillas por planta entre 72,35 a 87,90 unidades de semillas por planta (Figura 4).

#### 16. CRECIMIENTO DE LA PLANTA CADA 30 DIAS.

Se observo que después de la floración, *Glycine max* L., variedad Colombiana Soya P-34 continúa creciendo, para este caso de cinco a seis veces más hasta antes de completar la fructificación. Resultado que se comparte con la investigaciones realizadas por Scott ( ? ) citado por Batista (2001) y Valencia (2007) quienes clasifican

esta variedad como de crecimiento determinado (después de la floración sigue creciendo).

#### Primer período de crecimiento

En el Cuadro 16 - 16b se observa que el T4 con los factores AxB es el único que presenta diferencia estadística altamente significativa para los dos niveles de probabilidad. Mientras que el resto de tratamientos no presentan significancia estadística. En los factores individuales no ocurren diferencias estadísticas.

En los factores AC y BC ocurre igual significancia estadística, pero en la interacción AB hay tres diferencias estadísticas significativas.

En el factor de combinación triple, la altura media de cada tratamiento genera tres diferencias estadísticas. En estos 30 primeros días de crecimiento, el tratamiento con menor altura corresponde al T1 con 10,61 cm, mientras que el tratamiento con mayor altura corresponde al T7 con 13,31 cm (Cuadro 16c y Figura 5). El resto de tratamientos se mantiene entre las alturas de 11 a 12,74 cm. Los factores de tratamiento con AxBxC tienen la tendencia a favorecer la vitalidad de la planta.

#### Segundo período de crecimiento

En el Cuadro 17 - 17b se observa que el conjunto de tratamientos y la interacción AxB presentan alta diferencia estadística significativa para los dos niveles de probabilidad. El tratamiento de combinación triple AxBxC y el efecto de Bloques presentan diferencia estadística significativa que supera solo al primer nivel de probabilidad.

En los tratamientos dobles AxC y BxC hay igual significancia estadística (a), pero, en la interacción AxB hay tres diferencias estadísticas significativas (a, ab, a).

En el factor de combinación triple las medias de altura de cada tratamiento genera tres diferencias estadísticas significativas, para los tratamientos T1 y T2 la significancia es (a), las medias numéricas de crecimiento son 55,62 y 56,87 cm de altura, respectivamente. Los tratamientos T6, T5, T3, T8 y T7 tienen la diferencia estadística (b), las respectivas medias de altura para cada uno de los tratamientos anotados son; T6= 62,47; 62,42; 67,15 y 68,12 cm. La tercera significancia estadística (b) corresponde al T4 con 70,29 cm de altura. De donde se observa que los factores AxB interaccionaron directamente en el segundo período de crecimiento de *Glycine max* L. (Cuadro 17c).

### Tercer periodo de crecimiento

En el conjunto de tratamientos la F calculada solo supera al primer nivel estadístico (a). En los tratamientos individuales el tratamiento con el factor A supera el primer nivel de probabilidad. Se acepta la hipótesis nula. Dentro de las interacciones, solo la interacción AxB supera los dos niveles de probabilidad.

En los tratamientos individuales ocurre diferencias numéricas, mientras que estadísticamente son iguales para los factores B y C, siendo significativo (a; b) para el factor A en los niveles con y sin *Bradyrhizobium japonicum*.

En el tratamiento de las combinaciones dobles AC y BC tienen igualdad de significancia estadística (a). Pero en la interacción AB hay dos diferencias estadísticas significativas (a y b).

En el factor de combinación triple la media de altura genera diferencias numéricas y estadísticas significativas. La altura promedio del T6 con 62,12 cm pertenece a la primera significancia (a) se observa que los factores BxC y C en relación a los otros tratamientos no incidieron en el tercer periodo de crecimiento. En orden ascendente de tratamientos; T3, T5, T1 y T2 (significancia ab) tienen menor altura que el T8, y el T2 (significancia ab) es menor en altura que el T7 (significancia ab) y T4 (Cuadro 18 – 19). El T4 cuyo tratamiento es tratado con el factor AxB representa al tratamiento con menor altura y la significancia estadística es (b).

### 18 ALTURA DE INSERCIÓN AL PRIMER FRUTO

Los valores de Fisher para el conjunto de tratamientos, factor individual C, combinaciones dobles AxB; AxC; BxC y combinaciones triples con y sin AxBxC presentan diferencias estadísticas altamente significativas para los dos niveles de probabilidad. Se rechaza la hipótesis nula. Para el efecto de Bloques donde no existe diferencia estadística.

En los factores simples A y B ocurre igual significancia estadística (a). Pero, para los tratamientos con y sin C se observa dos diferencias estadísticas significativas (a) y (b), respectivamente.

En los tratamientos de las combinaciones dobles AxB se observa tres diferencias estadísticas significativas, mientras que en las combinaciones AxC y BxC tienen cuatro diferencias estadísticas significativas. En los tratamientos de combinación triple se observa cinco diferencias estadísticas significativas (a; ab; bc, c y d) (Cuadro 19 – 20). Los factores de tratamiento AxB, AxC y BxC incidieron en la altura de inserción al primer fruto de *Glycine max* L.

Los tratamientos con menor y mayor altura de inserción corresponden al T1 y T8 con 10,23 y 12,82 cm de altura de inserción al primer fruto y guardan relación con la altura de la planta. Los otros tratamientos se encuentran entre los promedios de altura esperados.

## 2.8. NODULACION

La baja presencia de nódulos (Figura 6) en los tratamientos inoculados probablemente se debe a la:

- **Falta de uniformidad en la germinación.** Fernández, C, (2003) considera que la falta de uniformidad en la germinación de semillas también influye en la nodulación. No es lo mismo obtener alto porcentaje de germinación de semillas en periodo corto que alto porcentaje en periodo largo, como lo ocurrido entre 1 y 8 de Septiembre (2007) con el 69,8 y 99,27 % de germinación, respectivamente.

- **Alta presencia de materia orgánica del suelo,** especialmente en los 0.10 m del horizonte A. donde se encontró un 7,2% de materia orgánica total, valor extremadamente alto, de esto el 20% es materia orgánica joven en proceso de digestión y 80% de material orgánico estable (humus). Los suelos del presente ensayo contienen 7,2% de MO del cual el 97 a 98% es N orgánico y 2 a 3 es N inorgánico. Concordando con Gallegos (2002) quien dice que un suelo con mayor al 4% de MO puede inhibir el desarrollo de nódulos y fijación de nitrógeno. Esta sea otra de las respuestas para la baja nodulación ya que al reinocular en los tratamientos 1, 4, 5 y 7 con material fresco de inoculante, justo al inicio de la fase de floración tampoco se obtuvo el efecto deseado.

González (1999) aun cuando no especifica el porcentaje de materia orgánica y la concentración de N total dice que; "Los nódulos entran en un estado perezoso o de dormancia no necesitan trabajar en la fijación de nitrógeno cuando el suelo tiene suficiente materia orgánica".

- **Acidez del suelo.** Los resultados de análisis químico del suelo realizados por INIAP son determinantes, se observa un pH de 5.20 cuya clasificación es acida. Sin embargo y a pesar de la baja presencia de nódulos esto no afectó el contenido de nitrógeno en la planta ni en el crecimiento, floración, maduración y fructificación.

- **Un factor adicional que se suma a la deficiencia de nodulación es, la aplicación de biol,** producto que aplicado al sistema foliar suministra exógenamente fitohormonas, estas pueden inhibir la formación de los

nódulos, por lo que es posible que juegue un papel inhibitor, probablemente el conjunto de factores sea la causa para que *B. japonicum* entre al estado o habito perezoso ya reportado por Moretti, - BIAGRO (2006).

Al analizar las investigaciones de Moretti, - BIAGRO (2006) sobre la aplicación de biol en relación al habito perezoso de los *Rhizobiums*, entonces, la falta de nodulación debió haber ocurrido para los tratamientos; T2, T4; T6 y T7 que son los únicos donde se aplico Biol mas no en los T1; T5 y T8 que fueron tratados solo con *Bradyrhizobium japonicum* y sin biol, se exceptúa el T3 que fue tratado solo con silicio.

### 1.1.1. Primer periodo de nodulación

En los factores simples, de combinación doble y triple no ocurren diferencias estadísticas para los dos niveles de probabilidad. El comportamiento es igual para todos los tratamientos, las medias numéricas no son significativas (Cuadro 20 – 20c).

### 1.1.2. Segundo periodo de nodulación

Comprende a la segunda aplicación de *B. japonicum*, justo al inicio de la floración que es considerada como reinoculación (Moretti, 2006) y dirigida al surco (Ventimiglia; Rillo y Richmond, 2006). Los resultados de este tratamiento no presentaron significancia numérica en el total de nódulos, los valores mínimos y máximos fue de 12,25 a 15,25 nódulos por planta.

Sin embargo, al analizar el Cuadro 21 – 21b se observa que solo el conjunto de tratamientos más el factor individual A, presentan alta significancia estadística para los dos niveles de probabilidad.

En el tratamiento individual con el factor A (*Bradyrhizobium japonicum*) ocurre alta diferencia numérica (14) y estadística significativa (b). Lo que explica que el factor A influye en la nodulación de *Glycine max* L. Pero en los factores individuales B y C no hay significancia estadística.

En las dos primeras combinaciones dobles AxB y AxC, no hay significancia estadística en la nodulación para *Glycine max* L. Mientras que la combinación BxC no presenta diferencia estadística. Lo que explica que la interacción (BxC) no incidió significativamente en la nodulación.

En el Cuadro 21c se observa la existencia de dos diferencias estadísticas (a y b) significativas, con variaciones numéricas altamente significativas. Los T2, T3 T6 y T8 tienen igual significancia estadística con estrecha diferencia en las medias del número de nódulos que va de 2,50; 3,00; 3,50 y 3,50 nódulos por planta, respectivamente. Los factores de tratamientos no incidieron significativamente en la nodulación.

Los tratamientos; T1, T4, T5 y T7 son los que tienen mayor número promedio de nódulos: 11; 11,75; 12,75 y 15,25 nódulos por planta/tratamiento, respectivamente. Entre estos tratamientos, solo los T4 y T5 tienen 2 y 1 nódulo inefectivos promedio/planta por tratamiento (Figura 7). Sin embargo los tratamientos que no utilizaron *Bradyrhizobium japonicum* como el T2; T3, T6 y T8 presentan de 2,5; 3; 3,5 y 3,5 nódulos totales en el sistema radical de *Glycine max* L., respectivamente. Se sugiere la contaminación en el momento de la inoculación a la semilla como en la inoculación, probablemente puede haber ocurrido infección nodular por los rhizobium *Lotus phaseoloides*.

## 2.2. HUMEDAD Y PESO DEL GRANO

### 2.2.1. Humedad y peso del grano fresco.

**Humedad del grano.** Días antes de la cosecha, se monitoreo la humedad del grano, usando con el Hidrómetro Grain Moisture Tester PM-410. En el Cuadro 22 se observa que el valor de Fisher no supera los dos niveles de probabilidad para todos los tratamientos y efecto de Bloque.

El tratamiento con menor y mayor porcentaje de humedad corresponde a los tratamientos T4 con 27,78% y T8 con el 28,48%. Los otros tratamientos se encuentran entre los valores de humedad anotados (Cuadro 22a – 22c; Figura 8).

**Peso del grano.** Guamán (2005) menciona que el peso promedio de 100 semillas puede variar de 20 a 40 g. El peso promedio de 100 semillas de Soya variedad P-34 encontrado en la presente investigación es igual a 17,16 g; mientras que Scott ( ? ) mencionado por Batista (2001) menciona en 18,30 g.

En el Cuadro 23, 23a y 23c se observa que; el conjunto de tratamientos; factores bloques A y B mas el tratamiento doble AxB presentan alta significancia estadística por los dos niveles de probabilidad.

En el Cuadro 23b de factores dobles (AxB) existe dos diferencias estadísticas (a y b). En el factor doble AxC ocurre tres diferencias estadísticas significativas (a, Ab y b). En el tercer factor doble BxC ocurre dos diferencias estadísticas (a y ab). Se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos triples se resume la diferencia numérica es muy estrecha; 17,00 g para el T4 (AxB) y 17,60 g por cada 100 semillas de *Glycine max* L. para el T3. El peso del grano para el resto de tratamientos se encuentra dentro de los valores de los T4 y T3.

#### 2.4. RENDIMIENTO

En el Cuadro 24 – 24a se observa que todos los tratamientos no presentan diferencia estadística significativa, pero, las medias de tratamiento de peso presentan diferencia numérica que es lo que le hace la diferencia final en la producción o rendimiento por hectárea. En cuanto al efecto de Bloque ocurre significancia estadística solo para el primer nivel de probabilidad (Cuadro 24c). Se acepta la hipótesis nula.

En la Figura 9 se observa que los tratamientos T8, T2, T5 y T1 presentan el menor rendimiento de kilogramos de granos de *Glycine max* L. por hectárea, mientras que los otros tratamientos con mayor rendimiento corresponden al; T7, T4, T6 y T3.

Los rendimientos promedios (Figura 10) para esta variedad están entre los 2671 kg/ha para el T7 (con ABC) y 2497 kg/ha para el T4 (con AB), en ambos casos, la producción dista con el 4,81% y 10,83% menos que los estándares internacionales de producción pertenecientes a la variedad Colombiana Soya P-34, respectivamente, valores que se ajustan a lo reportada por Valencia (2007). La producción de los otros tratamientos dista de las producciones anotadas.

El bloque con menor y mayor producción por hectárea corresponde al I y IV con 1804,5 y 1805,50 kg/ha, respectivamente (Figura 11).

#### 2.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados de los tratamientos con los factores simples, factores de combinación doble y triple no presentan significancia estadística, se acepta la hipótesis nula. Pero en el efecto de Bloques se observa significancia estadística (Cuadros 25 – 25c), se rechaza la hipótesis nula.

En el Cuadro 23b de factores dobles (AxB) existe dos diferencias estadísticas (a y b). En el factor doble AxC ocurre tres diferencias estadísticas significativas (a, Ab y b). En el tercer factor doble BxC ocurre dos diferencias estadísticas (a y ab). Se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos triples se resume la diferencia numérica es muy estrecha; 17,00 g para el T4 (AxB) y 17,60 g por cada 100 semillas de *Glycine max* L. para el T3. El peso del grano para el resto de tratamientos se encuentra dentro de los valores de los T4 y T3.

#### 5.10. RENDIMIENTO

En el Cuadro 24 – 24a se observa que todos los tratamientos no presentan diferencia estadística significativa, pero, las medias de tratamiento de peso presentan significancia numérica que es lo que le hace la diferencia final en la producción o rendimiento por hectárea. En cuanto al efecto de Bloque ocurre significancia estadística solo para el primer nivel de probabilidad (Cuadro 24c). Se acepta la hipótesis nula.

En la Figura 9 se observa que los tratamientos T8, T2, T5 y T1 presentan el menor rendimiento de kilogramos de granos de *Glycine max* L. por hectárea, mientras que los cuatro tratamientos con mayor rendimiento corresponden al; T7, T4, T6 y T3.

Los rendimientos promedios (Figura 10) para esta variedad están entre los 2671 kg/ha para el T7 (con ABC) y 2497 kg/ha para el T4 (con AB), en ambos casos, la producción dista con el 4,81% y 10,83% menos que los estándares internacionales de producción pertenecientes a la variedad Colombiana Soya P-34, respectivamente, valores que se ajustan a lo reportada por Valencia (2007). La producción de los otros tratamientos dista de las producciones anotadas.

El bloque con menor y mayor producción por hectárea corresponde al I y IV con 1804,5 y 1805,50 kg/ha, respectivamente (Figura 11).

#### 5.11. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados de los tratamientos con los factores simples, factores de combinación doble y triple no presentan significancia estadística, se acepta la hipótesis nula. Pero en el efecto de Bloques se observa significancia estadística (Cuadros 25 – 25c), se rechaza la hipótesis nula.

Los tratamientos con más baja y alta producción fueron el T8 (testigo sin AxBxC; Agricultor Tradicional) con 1953 kg/ha y el T7 (con AxBxC; Nuevo Agricultor) = 2671,00 kg/ha. Después del T7, el T4 (=2497 kg/ha) y el T6 (= 2293 kg/ha) son el segundo y tercero con mejor producción. En estos últimos tratamientos se aplicó los factores AxB y BxC, respectivamente, son estos los factores que han influido positivamente en la producción de *Glycine max* L.

De los ocho tratamientos ensayados, el T4, a pesar de ser el segundo en mejor producción (= 2497 kg/ha) presenta la mejor relación en Costo Total (= \$ 202.57); Ingreso Bruto (= \$ 1098,60); Ingreso Neto (= \$ 896,03) versus Rentabilidad (= \$ 442,33%). Con referencia al T8 (Testigo Agricultor Tradicional) el ahorro de costos por falta de inversión de tecnología fue otra variable para la baja de producción (=1953 kg/ha) de este tratamiento (Cuadro 25a).

El Costo Final, Ingreso Neto y Rentabilidad por tratamiento se observa en el Cuadro 25 y 26a; Figura 12. Los costos más bajos de producción/ha corresponden a los tratamientos; T8 (\$ 177.97), T1 (\$ 181.13), T2 (\$ 185.34) y el T4 (\$ 202.57). En el mismo orden los tratamientos con mayor costo de inversión por hectárea corresponden a los tratamientos; T7 (259.13 \$), T6 (\$ 249.73), T (241.53 \$) y el T3 con \$ 236.10.

## VI. CONCLUSIONES

**NODULACION y pH DEL SUELO.** Los valores de materia orgánica y pH del suelo encontrados fueron, 7,2% y 5,2, respectivamente. Se confirma las hipótesis de Gallardo (2002) y Fernández C., (2003); Laboratorio Bioagro, (2007); González, (2003); González, (2006) y Ventimiglia y Carta, (2006) quienes afirman que la alta presencia de materia orgánica mayor a 3% y pH menores a 6 pueden alterar los procesos de nodulación de *Bradyrhizobium japonicum*. Probablemente estos indicadores son uno de los factores en la baja nodulación de *Bradyrhizobium japonicum* encontrados en todos los tratamientos del ensayo. No se acepta la hipótesis nula.

**REACCION DEL pH A LAS MEZCLAS.** El pH final muy alcalino de 10,78 producto de la mezcla de; Agua (20 l) + Biol (200 cc) + Silicio (200 cc) no afectó en la vitalidad de las plantas de *Glycine max* L. La mezcla de B+C no produjo antagonismo, sino más bien sinergismo. No se acepta la hipótesis nula.

**BIOL.** Como factor simple, no incidió ni en el rendimiento ni en la rentabilidad. Se acepta la hipótesis nula. Sin embargo, en acción sinérgica sí influyó en el rendimiento y rentabilidad de la soya. No se acepta la hipótesis nula.

**SILICIO.** Para el sitio de ensayo (Patricia Pilar, Buena Fe, provincia de Los Ríos) el silicio como factor simple no influyó en el rendimiento económico de *Glycine max* L. (Soya), se acepta la hipótesis nula para el silicio. Sin embargo, como factor combinado (T8 A+B+C) sí incidió en la producción aun cuando no en el rendimiento económico. Se acepta la hipótesis alternativa.

**RENDIMIENTO.** El rendimiento obtenido en los tratamientos T7 (A+B+C) = 2671,00 kg/ha y T4 (A+B) = 2497 kg/ha, no dista mucho de los estándares de producción internacional que presenta la variedad de Soya P-34, esto es, 2700 kg/ha. No se acepta la hipótesis nula cuando los tres factores de tratamiento están en sinergismo.

**ANALISIS ECONOMICO.** No necesariamente el cultivo que tiene mayor número de productos para incentivar la producción tiene mayor rendimiento, lo importante es conocer el sinergismo específico versus el rendimiento y rentabilidad como en efecto ocurrió con el T4 que recibió AxB (*Bradyrhizobium japonicum* y Biol). Se confirma que *B. japonicum* y Biol en sinergismo sí incidieron en la producción de *G. max*. No se acepta la hipótesis nula.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Considerando la alta precipitación en esta zona, la siembra se debe realizar entre mediados de Junio o Julio a fin de coincidir la cosecha para fines de Octubre o máximo en los primeros días de Noviembre. No se debe sembrar en Agosto porque la cosecha se realizara en todo el mes de Noviembre, mes *identificado como de Transición donde ocurren precipitaciones que pueden afectar a la cosecha del grano.*
2. Para efecto de fertilizaciones futuras y nuevas interpretaciones del análisis químico del suelo, el muestreo no solo se debe considerar al horizonte A sino también el horizonte B. *Especialmente cuando se trate de cultivar *Glycine max* L. en esta Hacienda Fidecomiso La Palma (Patricia Pilar, Buena Fe).*
3. La reinoculación es importante sobre todo en suelos sin historial de cultivo de *Glycine max* L.
4. En otras áreas, realizar nuevos ensayos para encontrar nuevas informaciones con nuevas dosis sobre el efecto del Biol y Silicio en la producción de *Glycine max* L.
5. Investigar si existe mecanismos de infección cruzada entre los *rhizobiums* de *Pueraria phaseoloides* hacia *Glycine max* L., mecanismo propuesto por Tandon y Roy (2004).

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA. 1984. Curso práctico sobre fertilidad, análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Cagua, Ven. FUSAGRI. 1-8.
- ANDRADE V., y Guaman, J., 2005. Estadios de desarrollo de la planta. Programa nacional de oleaginosas. Manual No. 60. Estación Experimental Boliche. Guayaquil, Ecuador).
- ARIAS DE LOPEZ, 2005. Manejo integrado de insectos plaga en soya. Programa Nacional de Oleaginosas. Manual No. 60. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Estación Experimental Boliche. Sda. Edición. 83 – 88 pp.
- APROCICO. 2004. Boletín Informativo sobre la comercialización y perspectivas de la soya para el 2.005. Quevedo, Ecuador.
- BATISTA, M. S. 2001. Producción Sostenida de Granos de Soya (*Glycine max* Lin. Merrill) durante tres épocas del año en un ambiente del oriente cubano. Tesis de Maestría en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de La Habana. Cuba.
- BARRIGA y HORNA, 2003. Diseño, construcción y manejo de biodigestores. Segundo Seminario Internacional sobre Biotecnología aplicado al cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*). ANCUPA, Asociación de Ingenieros Agrónomos. Santo Domingo de Los Colorados. Ecuador. 5 pg.
- BELMONTE, M.L.; N. Carrasco y A. Báez. 2006. Cosecha gruesa. Soja. Maiz. Girasol. Manual de campo. INTA- RIAP. Argentina.
- BODIESEL, 2007. Biodiesel. Nueva herramienta para extraer compuestos fitoquímicos de la soya. Ergomix,
- BLONDEAU, R. 1981. Fixation biologique de l' azote atmosphérique. Research Studies Press. Montpellier. France. 103 p.
- BODRERO, M., 2003. Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre el rendimiento de la soja. Jornada Nacional de la Soja. INIA La estancia. INTA. 1 – 17 pp.
- CARDENAS, V. A., 1.982. Fijación Biológica del Nitrógeno. Director General del Instituto Tecnológico Superior de Uruapan; (carcardenas@hotmail.com), www.itsu.edu.mx, Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Carr. Uruapan.
- CEREALES Y OLEAGINOSAS, 2007. Restablecimiento de Cultivos.
- CORPOICA, 2007. DOSIS DE INOCULACION EN SOYA. Información Técnica. Unidad de agronegocios, CI Tibaitata. 1 pg. www.corpoica.org.co.
- CORTES, C. F., 1994. Análisis del crecimiento y rendimiento de un cultivo de soja (*Glycine max* L.) sometido a diferentes tratamientos hídricos en la zona de los Llanos de Albacete. Centro de Lectura Ingenieros Agrónomos. Centro de Realización Departamento Producción Vegetal y Tecnología Agraria Programa Doctorado: Producción Vegetal, Universidad Castilla-La Mancha.

- CURITIVA, S.A. Quevedo, 2007. Análisis químico de la ceniza de la cascara de *Oryza sativa* L. Hda. Bananera Curitiva. Quevedo, provincia de Los Ríos. Ecuador.
- DÍAZ, Z. M., 2006. La fertilización de soja y trigo en la región Pampeana Red del Proyecto Fertilizar INTA. Buenos Aires, Argentina. E mail: mdzorita—servicoopsa.com.ar.
- DÍAZ-ZORITA, M. & M.V. FERNÁNDEZ-CANIGIA. 2007. Patrones de nodulación de soja en relación con propiedades de suelos bajo tres sistemas de labranza. EEA. INTA "General Villegas"-CC 153. Facultad de Agronomía – UNLPam – Ruta Nac. Argentina. E mail: zorita@inta.gov.ar.
- EDIFARM, 2000. Vademecum Agrícola. Sexta Edición. Ecuador. 812 p.
- ENCISO, F., 2001. Competitividad en cadena agroalimentaria y modelos conceptuales. Maestría Agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil y ESPOL.
- ENRIQUEZ, G. 2001. Maestría en Ciencias. Agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil - ESPOL.
- ESPINOZA J., y ELOY MOLINA. 1999. Acidez y encalado de los suelos. Primera edición. Investigación, Educación. INPOFOS. Instituto de la Potasa y el Fosforo de Canadá.
- ESPINOZA, M. A., 2005. Descripción y manejo de las enfermedades de la soja en Ecuador. Programa Nacional de Oleaginosas. Manual No. 60. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Estación Experimental Boliche. Sda. Edición. 83 – 88 pp.
- FAO, 1983. Manual técnico de la fijación Simbiótica del Nitrógeno, Leguminosa *Rhizobium*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia, Nápoli. 125 p.
- FERNANDEZ, C. M., 2003. Manual de nodulación. Efecto de las condiciones ambientales sobre la nodulación y fijación del nitrógeno. Pp. 85.
- FERRARIS, G. N.; G. González A. y M. Díaz-Zorita. 2006. Aportes actuales y futuros de tratamientos biológicos sobre la nutrición nitrogenada y producción de la soja en el cono sur. Tercer Congreso del MERCOSUR "Mercosojá 2006". Proyecto Regional Agrícola. Desarrollo Rural INTA. EEA PERGAMINO. INTA, Rosario, 4 pp. E mail: nferraris@pergamino.inta.gov.ar
- FERRARIS, G. N. y L. A. Couretot, 2007. Evaluación de fertilizantes foliares en soja de primera. Proyecto Regional Agrícola, campaña 2004/2007. Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. 1-13 p. E mail: nferraris@pergamino.inta.gov.ar.
- FIDECOMISO LA PALMA. 2005. Análisis bioquímico Del biol producido em La hacienda Fidecomiso Las Palma. Patricia Pilar, Buena Fe. Provincia de Los Ríos. Ecuador.
- FORO AGROPECUARIO, 2006. Dosis apropiadas de inoculación. La empresa. info@fyo.com.

- GALARZA, C. V. Gudeli y P. Vallote, 2002. Fertilización del cultivo de la soja. Departamento de Suelos y Producción Vegetal del INTA Marcos Juárez. Soja: Resultados de Ensayos de la Campaña 2000/2002 (Tomo 2). bibjua@inta.gov.ar.
- GALLY, T. 2004. Enfermedades de la semilla de soja, su importancia. Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Lujan. Argentina.
- GONZALEZ N. M. 2003. Algunos elementos de juicio para interpretar el fenómeno de la nodulación en soja. INTA, Balcarce. Argentina. Pg. 1 - 4.
- GONZALEZ, N. M. 2006. Fijación de nitrógeno en soja. Situación actual y perspectivas en la Argentina. Planeta Soja. Argentina. <http://www.planetasoja.com>.
- GUAMAN, J. R. 2005 ). Requerimientos ecológicos. Programa nacional de oleaginosas. Manual No. 60. Estación Experimental Boliche. Guayaquil, Ecuador).
- GUERRA L. P. 2006. Mecanismos generales de la acción de los fármacos. 8 pp.
- HORNA, Z. 2003. Producción de biofertilizantes para el cultivo del banano. APROBAN. Quevedo. Ecuador. 1-6 pp.
- HORNA, Z. 2006. Bioaugmentación, Digestión y Manejo de biodigestores. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo.
- HORNA, Z. 2007. Resultados sobre la aplicassem de Biol y Silicio en *Zea mays*. Hda. Fidecomiso La Palma Patricia Pilar, Buena Fe.
- INIFAP, 2004. Paquetes tecnológicos de producción agrícola. Ciclo Otoño-Invierno 2004 - 2005. Soja (*Glycine max L.*). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Estación Cuauhtemoc, Tam. 1- 47 pp.
- INIFAP, 2007. Tecnología de producción para el cultivo de soja de riego. Primavera-Verano en la Huasteca San Luis Potosi. Campo Experimental Ebano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosi. 3 pp.
- INOCULANTES RHIZOBACTER. 2006. Inoculante para soja base turba. Agroquímicos argentina. <http://viarural.com.ar/> Argentina 1pg.
- INPOFOS., 2006. Instituto Internacional de la Potasa. Manejo de Suelos y fertilización. Canadá.
- INOCULANTES RHIZOBACTER. 2006. Inoculante para soja base turba. Agroquímicos argentina. <http://viarural.com.ar/> Argentina 1pg.
- INTA EEA C. 2001. Nutrición del cultivo de soja. Extensionismo y Transferencia. Hoja informativa No 22. Proyectos agrícolas. Modulo este y Manejo del Arrozal. Uruguay. 2 pg.
- INTA – RIAP. 2007. Estados fenológicos de la Soja.

- LEON, A. R., 2007. Acidez y alcalinidad (pH) o reacción del suelo. Curso de Diagnóstico de Suelos. Universidad Autónoma de México.
- LABORATORIO BIOAGRO, 2007. Que sucede en suelos con altos contenidos de nitrógeno. Pg. 1 - 52.
- LANUSSE, M. 2007. Cuaderno de actualización técnica. <http://www.oni.edu.ar/olimpi98/SuperSojaRR/Bibliografiatexto.htm>.
- Le REBAULT, L. 2004. Silicium Organique. Productos de cuidado personal de quinta generación. E mail: [info@silicio.info](mailto:info@silicio.info).
- LIGNOQUIM. 2003. Fertilización foliar y moléculas orgánicas ecológicas. Guayaquil. Ecuador.
- MATICHENKOV, V. 2007. Comunicación Personal. El silicio tiene propiedades para tolerar los mecanismos de infección de hongos patógenos y es capaz de producir un gel de silicio en la endodermis de la hoja para contrarrestar el ataque de insectos en estado larvario, es capaz de destruir el aparato bucal de estos. Guayaquil, Ecuador.
- MAYA, D.J. 2004. Principios de farmacodinamia y farmacología clínica. Guía de estudios. Bases generales de la terapia farmacológica. Facultad de medicina. Instituto de Ciencias Biomédicas. Programa de farmacología molecular y clínica. Universidad de Chile. Chile. E mail: [maya-machi.med.uchile.cl](mailto:maya-machi.med.uchile.cl)
- MEZQUITA. 1984. Curso práctico sobre fertilidad, análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Cagua, Venezuela. FUSAGRI.
- MONTANGE, D. y MACARY, S. M. 1983. Técnicas de inoculación de *Rhizobium*. FAO. Italia. 25 p.
- MORETTI, E. R., BIAGRO, 2006. Introducción. Preguntas mas frecuentes. Argentina. 1 – 52 pg.
- NITRAGIN, 2006. <http://www.nitragin.com/> 2006. Primer inoculante líquido concentrado. Investigación y Desarrollo, Milwaukee, WI (USA), Pilar, Buenos Aires (Argentina). Nitragin Cell Tech®. 2 pg.
- NUTRICION. UNA DIETA BIEN EQUILIBRADA., 2007. [http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos\\_Nutr](http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Suelos%20Rojos_Nutr), pg. 2-12
- NUTMAN, 1976. Scriptus Naturae (<http://scriptusnaturae.8m.com>).
- OCEANO/CENTRUM, 2001. Preparación del frijol de soya (leche, que queso, cuajada, crema, huevo, chorizo, torta. Ideas para sustituir la leche de animales. Recetas varias de productos naturales. Tomado de: Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Oceano / Centrum. 2 -12 pg.
- OLIVEROS, M. A.; A.J. Millán y J. M. Dorgelis V. 1989. Recomendaciones para el cultivo de la soya en condiciones de sabana. FONIAP – Centro de Investigaciones Agropecuarias de Estado de Monagas. SEMEVIN. Caracas, Venezuela.

- OLIVEROS, M. A.; A. J. Millán y J. M. Dorgelis V., 2002. Datos básicos para el cultivo de la soya. FONAIAP - Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Monagas. Apartado 184. Maturín, Estado Monagas.
- OSORIO, G. L. 2005. Los biodigestores campesinos, una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos. LEISA. Revista de Agroecología. Red de acción en Alternativas al uso de agroquímicos, RAAA/Rapal, Subregion Andina, E mail: lgozero@raaa.org. Lima Perú.
- PEREZ, S. & A. TORRALBA, 1997. La fijación del Nitrógeno por los seres vivos. Seminario Fisiología Vegetal, 21.01. Facultad Biología Oviedo. 21 pp. (<http://scriptusnaturae.8m.com>).
- QUERO, G. E., 2006. Mecanismos de acción del silicio soluble en el suelo y cultivos agrícolas.
- QUERO, G. 2007. Funciones biológicas y respuestas fisiológicas en la nutrición vegetal con silicio Expositor: Edgar Quero Gutiérrez, Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. México. Pg. 3 – 6
- QUERO, G. E., y Cárdenas V.A., 2007 Nueva tecnología para optimizar la producción agrícola tecnificada y tradicional y mejorar la calidad agrícola de los suelos. E mails: (queroed@hotmail.com, quero@loquequero.com, www.tecuruapan.com.mx, www.loquequero.com ) y, (carcardenas@hotmail.com), www.itsu.edu.mx, Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Carr. Uruapan a Carapan # 5555, Col. La Basilia, Uruapan, Michoacán, CP 60015, Tel. 014525275050, Cell. 0145252 56169.
- RIVAS, R. 2007. Comentario: Aplicaciones de Silicato de potasio líquido estimulan el sistema inmunoregulador de la planta de soja. Engormix.com. Argentina. Foro: Provocan artificialmente el Síndrome de Muerte Repentina en Soja. Argentina. [http://www.wngormix.com/forumslist\\_MYC-000.htm](http://www.wngormix.com/forumslist_MYC-000.htm).
- RIVERA et al. 2004. Mecanismos de acción del silicio soluble en el suelo y cultivos agrícolas.
- RODRIGUEZ, D., Del Castillo P., Aguilar C. 1990. Glosario de términos en salud ambiental. Metepec (México): Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.
- ROMAN, P. 2006. Importancia de la calidad de la semilla y del tratamiento presembrado. FUNDACRUZ. 5 pp.
- ROSKOPF, R. y MENDEZ, J. 2008. Cosecha de Soja: Estado actual, Consejos técnicos. Problemática de sojas con tallo verde. Reducción de las pérdidas. INTA A.E.R. Totoras. Argentina. ([engormix.com/s\\_view.asp?prof=205959](http://engormix.com/s_view.asp?prof=205959)). Argentina.
- SANCHEZ, C. M. 2006. Enmiendas – Corrección de suelos ácidos. Fertibería.
- SCHEGGIA, N., y J. Forniels. 2007. CULTIVOS DE GRANO GRUESO. Facultad de Ciencias Agrarias. Introducción a las Ciencias Agrarias. Curso. Argentina.
- SEMILLAS DEL PACIFICO. 2007. Semillas certificadas de Soya variedad Soyica P –

- SICA. 2005. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.
- SUQUILANDA, M. 1995. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Ediciones ups, Quito, pp. 5-14.
- SUQUILANDA, M. 2001. Producción Limpia. Maestría de agricultura Tropical Sostenible. Universidad de Guayaquil – ESPOL.
- SUQUILANADA, M. 2002. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Seminario: Biotecnología aplicado a la agricultura.
- TAO WANG y Martínez-Romero. ? . Taxonomía de *Rhizobium*. Departamento de Microbiología, Escuela nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, Universidad Nacional Autónoma de México. México).
- UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID, 2004. Interacción fármaco-receptor: La curva dosis-Respuesta. Facultad de Medicina. Departamento de Farmacología y Terapéutica. Guía No: 6. Madrid. 1 - 5 pp.
- UICYT, 2006. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica. Producción de biol. Universidad Técnica estatal de Quevedo. Ecuador.
- URQUIAGA, S. 2007. Comunicación personal. CIESPAL-ANCUPA, Santo domingo de los colorados)
- VADEMECUM AGRICOLA, 2000. Diccionario de productos plaguicidas. Edifarm. Sexta edición. Ecuador.
- VALENCIA, R. A., 2007. Preguntas frecuentes sobre el cultivo de la soya. [www. Corpoica.org.co](http://www.Corpoica.org.co). Librería virtual agropecuaria. Colombia.
- VELASQUEZ, J. M. 2003. Guías técnicas para la producción de semilla de granos Básicos, Oleaginosas y Papas. Dirección de Semilla. MAG – BID – FOSEMAG. Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA). Nicaragua. 5 pg.
- VENTIMIGLIA, I. A.; H. G. CARTA; S. N. Rillo y P. F. Richmond, 2006. Efecto de la inoculación en soja utilizando un método no tradicional. INTA. Argentina.
- VENTIMIGLIA, L. A. y H. G. Carta, 2006. Captura de nitrógeno. Nueva alternativa de inoculación. INTA. Argentina. 6 pp.
- VINCENT, J. M. 1970. Manual for the practical study of the root-nodule bacteria. B. P. Handbook No 15. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 164 p.
- WDSIL. 2005. Manejo del silicio soluble en cultivos de ciclo corto. Agroperfeq. Quevedo- Ecuador.
- [www.engormix.com](http://www.engormix.com). Biodiesel. 2007. Nueva herramienta para extraer compuestos fitoquímicos de la soya.

[www.corpoica.org.co/Noticias/vernoticias.asp?id\\_noticia=711](http://www.corpoica.org.co/Noticias/vernoticias.asp?id_noticia=711) (2007). Nueva variedad de soya entrega CORPOICA.

[www.forest.ula.ve/rubenhg](http://www.forest.ula.ve/rubenhg). Nutrición mineral de las plantas. Libro Botánica Online. 2007.

<http://tareasadnan05.blogspot.com/>, 2006.

ANEXO

## FIGURAS

Figura 2  
Tabla 2  
Tabla 3  
Tabla 4

Figura 3  
Tabla 5  
Tabla 6

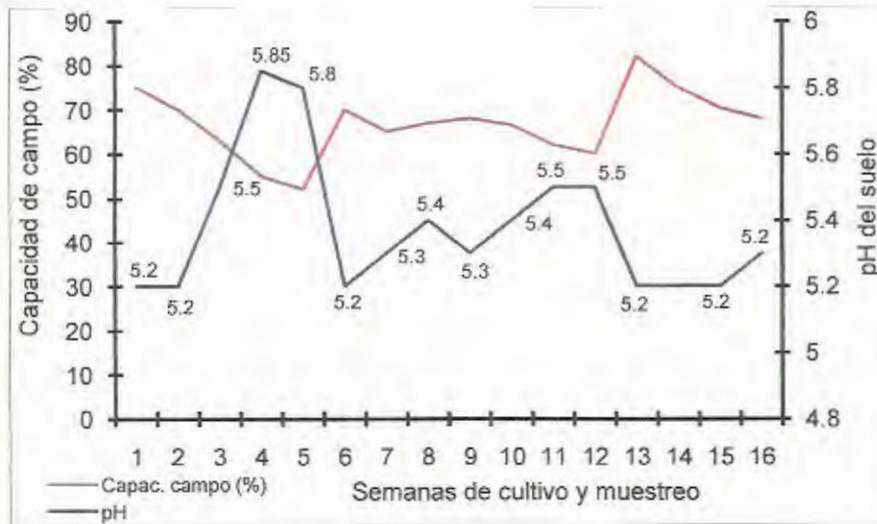


Figura 2. Capacidad de Campo y su relación con el pH del suelo durante el ensayo sobre: Efectos de la aplicación de *Bradyrhizobium japonicum*, Biol y Silicio en la producción de *Glycine max* L. (Soya). Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

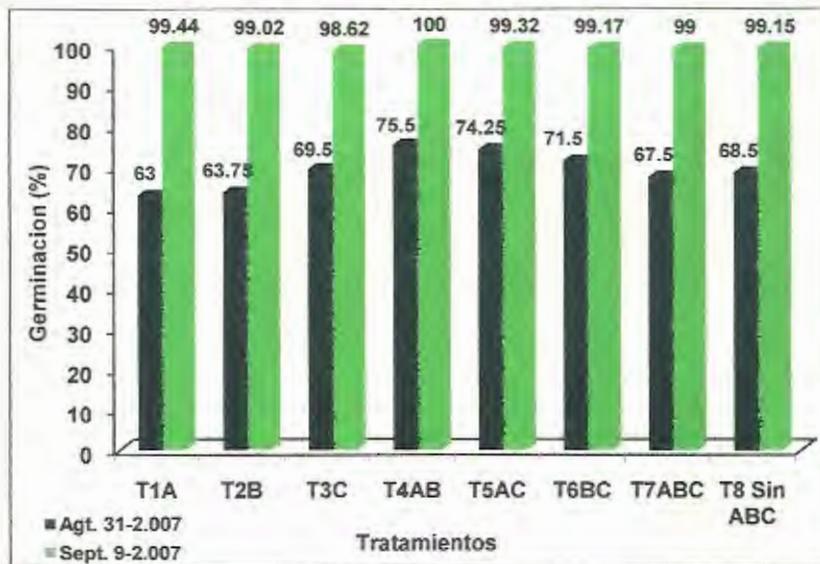


Figura 3. Diferencia del porcentaje de germinación de la semilla de *Glycine max* L., ocurrida en dos periodos bien diferenciados. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

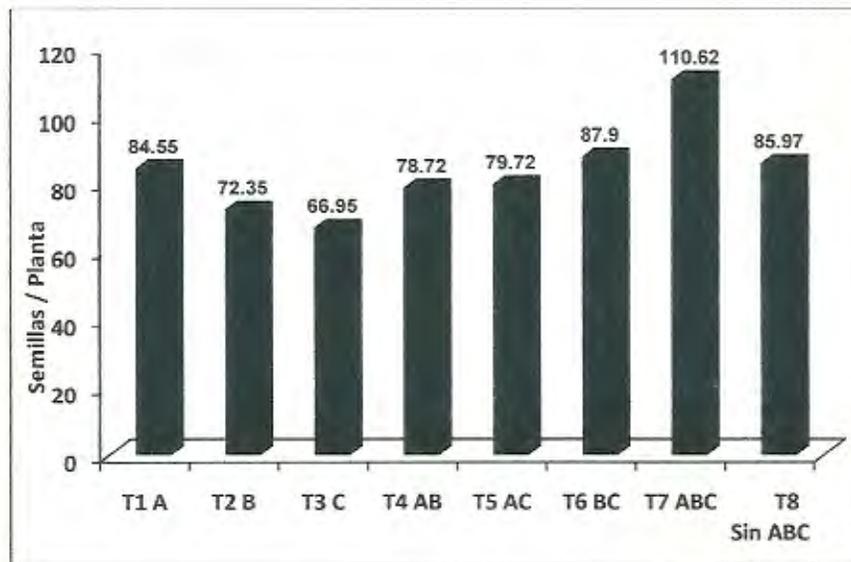


Figura 4. Numero de semillas de *Glycine max* L. por planta y por tratamiento. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

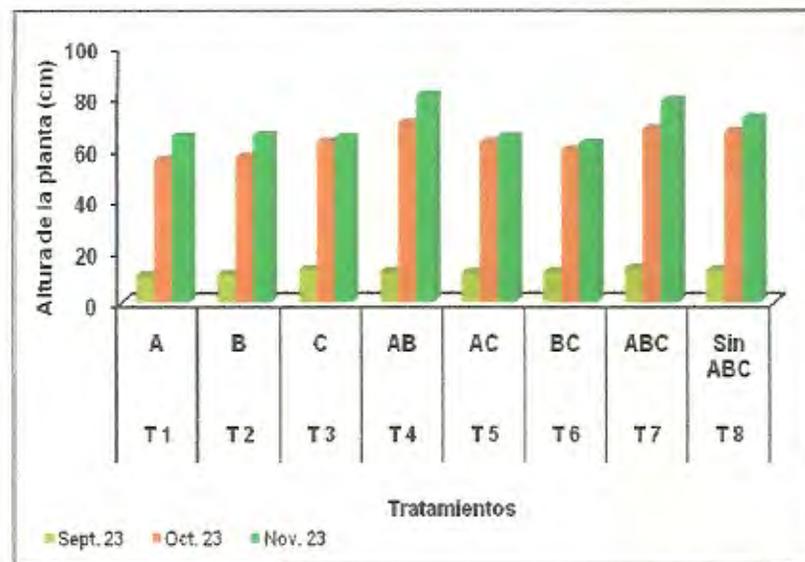


Figura 5. Alturas promedio por tratamiento para tres periodos de crecimiento de *Glycine max* L., Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

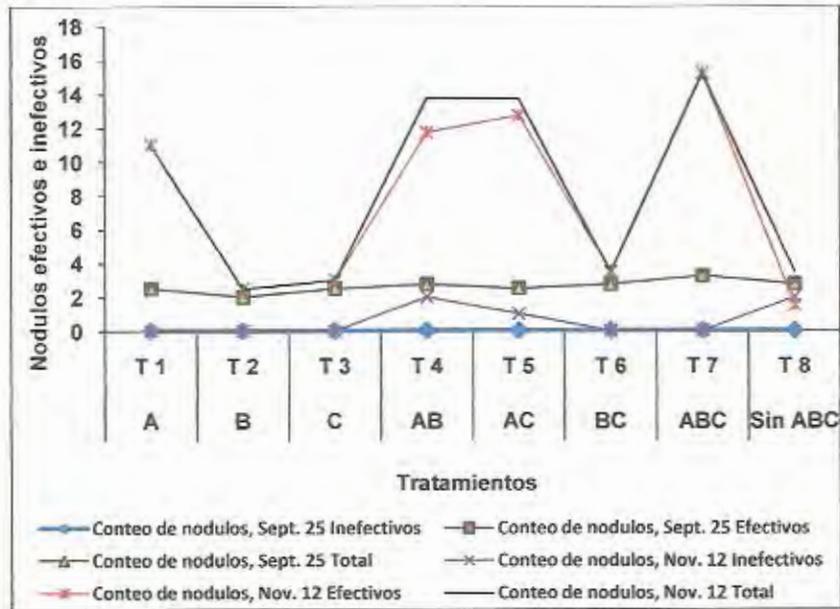


Figura 6. Presencia de nódulos (promedios) por planta y por tratamiento para *Glycine max L.*, Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

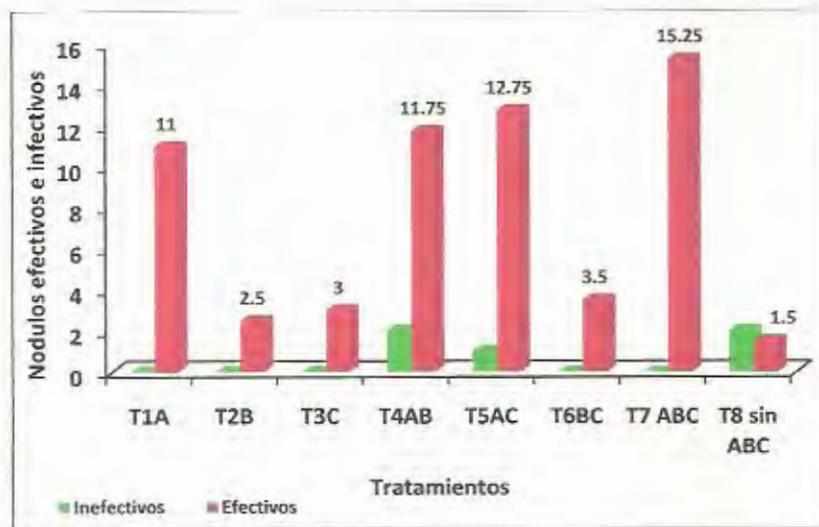


Figura 7. Promedio de nódulos efectivos e infectivos presentes en el sistema radical de *Glycine max L.* Segundo periodo de muestreo. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

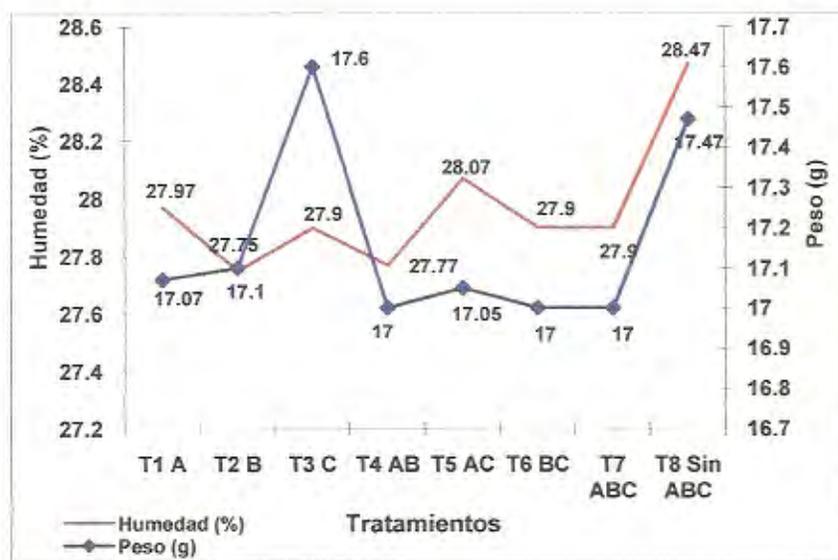


Figura 8. Relación de la humedad y peso de la semilla de *Glycine max* L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

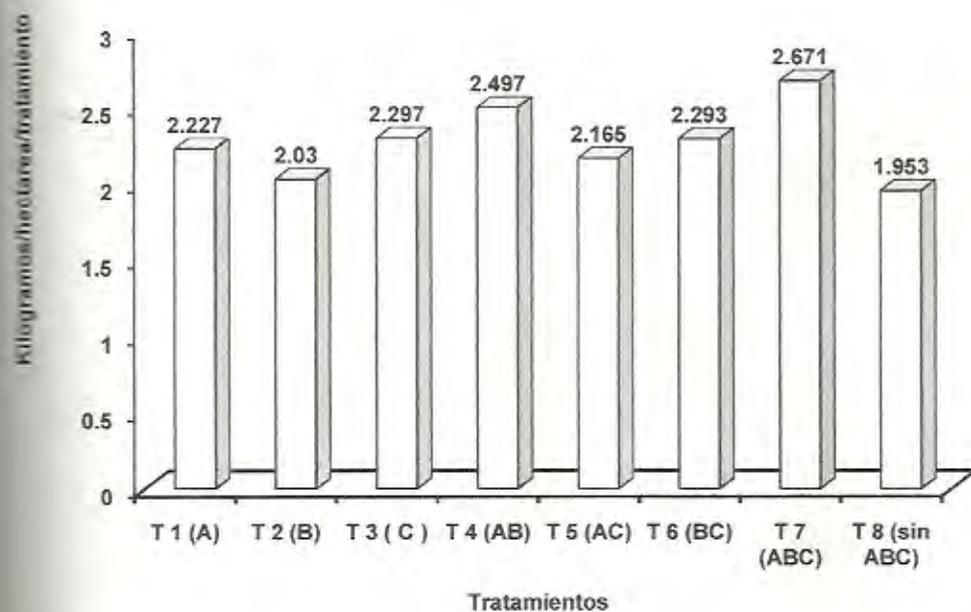


Figura 9. Promedios de kilogramos (miles) por hectárea/Tratamiento de granos de *Glycine max* L. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

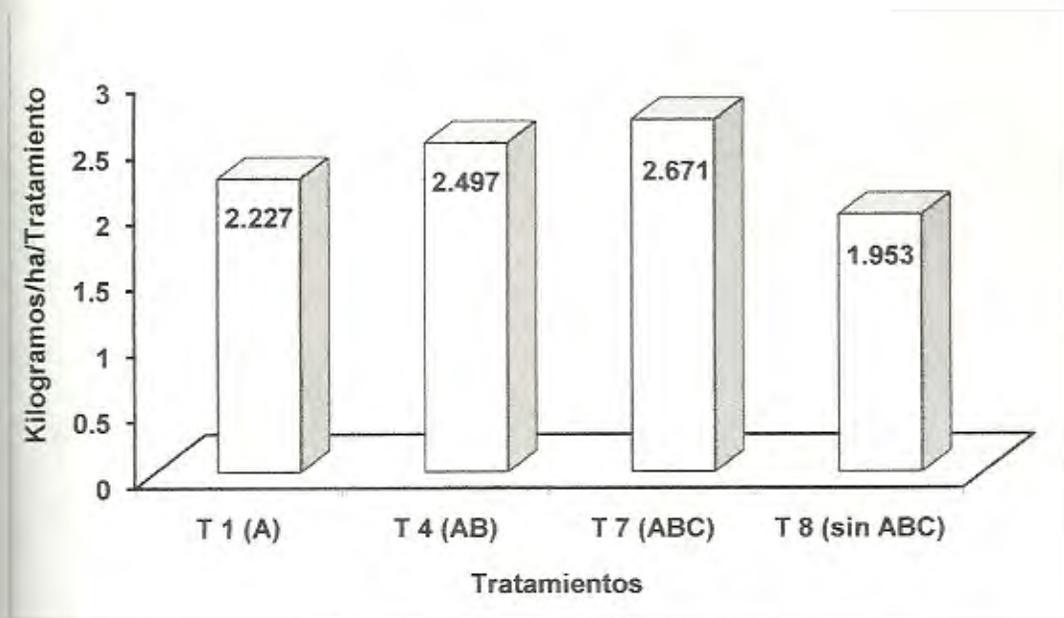


Figura 10. Promedios de kilogramos (miles) por hectárea de granos de *Glycine max* L. para los tratamientos; 1; 4; 7 y 8. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

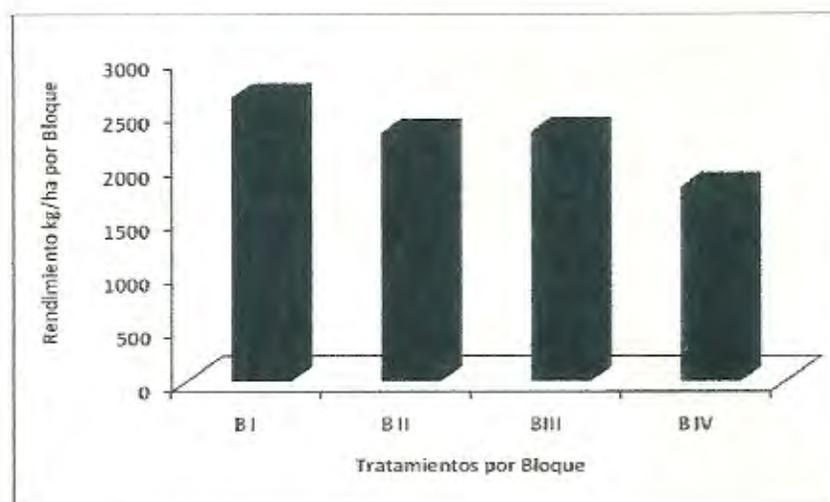


Figura 11. Rendimiento de granos de *Glycine max* L. dado en kilogramos por hectárea por Bloque. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe. 2007.

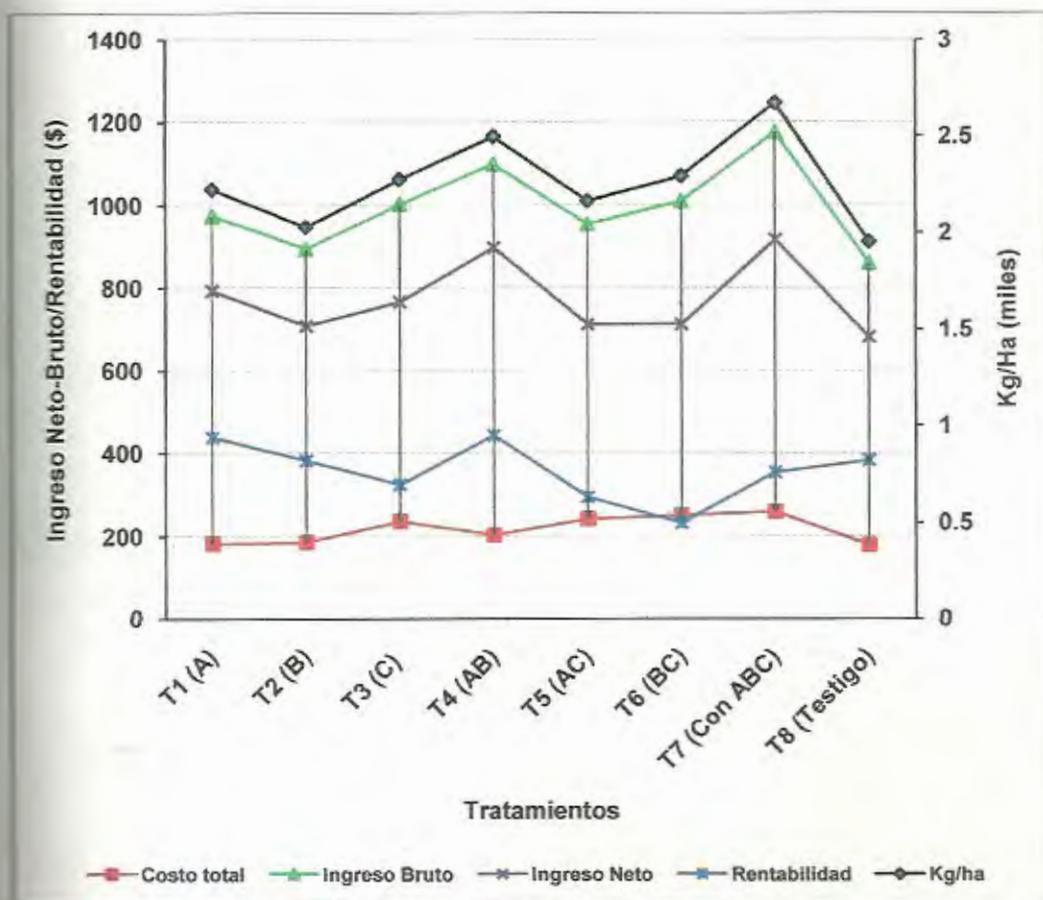


Figura 12. Relación Rendimiento (kg) de *Glycine max* L versus Rentabilidad por tratamiento. En el T4, aun cuando el rendimiento es menor (2.497,00 kg/ha) que el T7 con 2.671,00 kg/ha, la rentabilidad es mejor (T4). Ensayo de soja realizado en la Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

FOTOS

Foto 3  
Foto 4  
Foto 5

Foto 6  
Foto 7



Foto 3. El sistema foliar de la planta (*Glycine max* L.) comienza a secarse de abajo hacia arriba, los granos de soya están completamente formados. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.



Foto 4. *Glycine max* L. completo la fase de senectud total. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

CUADROS

## 5.1. SUELO.

CUADRO 9. VARIACION DE LA DENSIDAD O GRADO DE COMPACTACION DEL SUELO CORRESPONDIENTE AL AREA DE ENSAYO DE *Glycine max L.*, Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

T (Tratamiento)	Agosto 23 - 2007			Diciembre 13 - 2007		
	Horizonte (compactación; kg/cm2)			Horizonte (compactación; kg/cm2 )		
	A	B1	B2	A	B1	B2
T 1	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,0
T 2	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,0
T 3	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,25
T 4	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,375
T 5	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,375
T 6	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,5
T 7	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,5
T 8	0,25	1,5	3,5	0,25	1,5	4,375

### 5.1.2. Análisis químico del suelo.

CUADRO 10. RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO DEL SUELO ANTES Y DESPUES DEL ENSAYO EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Primer análisis:														
Muestra	Lote A6	pH	ppm		meg/100 ml			ppm						MO
	Soya		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	%
Lote 6	Horizonte A	5,2 Ac Rc	20 B	11 M	0,36 M	6 M	1,4 B	10 M	3,6 M	4,7 A	223 A	5,6 A	0,82 A	7,2 A
	Horizonte B	6,0 Me Ac	10 B	4 B	0,33 M	4 B	0,7 B	6 B	1,0 B	6,5 A	170 A	2,1 B	0,15 B	3,4 M
Segundo análisis:														
Muestra	Horizonte	pH	ppm		mep/100ml			ppm						%
			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	MO
T1	A	5,1 Ac RC	32 M	12 M	0,48 A	7 M	1,4 B	10 M	5,4 M	3,5 M	254 A	6,7 M	1,06 A	7,7 A
	B	5,6 MeaC	8 B	3 B	0,17 B	3 B	0,8 B	8 B	1,7 B	7,6 A	188 A	1,8 B	0,18 B	2,8 B
T2	A	5,5 Ac RC	21 B	17 A	0,45 A	6 M	1,7 M	11 M	3,6 M	4,5 A	231 A	4,9 B	0,42 M	5,9 A
	B	5,7 MeAc	8 B	4 B	0,45 A	3 B	0,8 B	11 M	3,6 M	8,4 A	193 A	1,8 B	0,10 B	3,1 M
T3	A	4,6 Mac RC	26 B	14 M	0,39 A	3 B	0,8 B	11 M	2,3 B	4,2 A	232 A	6,4 M	0,43 M	4,7 M
	B	5,4 Ac RC	8 B	6 B	0,27 M	3 B	0,6 B	7 B	1,2 B	5,5 A	186 A	2,0 B	0,05 D	3,2 M
T4	A	5 Ac RC	32 M	22 A	0,36 M	5 M	1,1 B	8 B	6,0 A	4,2 A	279 A	6,4 M	0,24 M	6,2 A
	B	5,4 Ac Rc	8 B	5 B	0,15 M	3 B	0,6 B	7 B	3,0 M	7,6 A	165 A	1,8 B	0,05 D	3,2 M
T5	A	5,2 Ac Rc	27 B	8 M	0,32 M	4 B	1,0 B	7 B	4,4 M	3,6 M	237 A	5,1 M	0,05 D	6,0 A
	B	5,8 MeAc	6 B	1 B	0,14 M	4 B	0,7 B	6 B	3,0 M	9,1 A	172 A	1,3 B	0,05 D	3,2 M
T6	A	5,2 Ac Rc	17 B	30 A	0,55 A	6 M	1,7 M	18 M	5,0 M	4,7 A	236 A	6,2 M	0,56 M	5,9 A
	B	5,5 Ac RC	10 B	7 B	0,42 A	4 B	1,0 B	10 M	2,8 B	5,5 A	198 A	2,7 B	0,05 D	3,5 M
T7	A	5,2 Ac RC	30 M	30 A	0,47 A	4 B	1,2 B	15 M	3,9 M	4,2 A	245 A	6,2 M	0,24 M	5,6 A
	B	5,7 MeAc	6 B	3 B	0,17 A	4 B	0,9 B	6 B	2,2 B	6,5 A	167 A	1,6 B	0,05 D	2,8 B
T8	A	5,4 Ac RC	28 B	10 M	0,41 A	6 M	1,1 B	14 M	4,8 M	4,2 A	238 A	5,6 M	0,32 M	6,2 A
	B	5,7 MeAc	14 B	1 B	0,23 M	6 M	0,8 B	6 B	3,3 M	6,5 A	189 A	2,0 B	0,05 D	3,1 M

Simbología: Ac; Acido  
B; Bajo

Rc; Requiere cal  
A; Alto

MeAc; Medianamente acido  
D; Deficiente

### 5.1.2. Promedios del contenido de nutrientes por Horizonte del suelo

CUADRO 10a. PROMEDIOS DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL SUELO POR HORIZONTE; A - B. Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Promedios:	pH	ppm		mep/100 ml			ppm						MO
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	%
Horizonte A	5,15	24,37	17,9	0,42	3,62	1,25	11,8	4,42	4,13	244	5,93	0,41	6,02
	Ac Rc	B	A	A	B	B	M	M	A	A	M	M	A
Horizonte B	5,6	8,5	3,85	0,25	1,25	0,75	7,62	2,6	7,11	182,3	1,87	0,07	3,01
	MeAc	B	B	B	B	B	B	B	A	A	B	D	M

### 5.2. ANALISIS FOLIARES.

CUADRO 11. RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS FOLIAR PRACTICADO A LOS PRIMEROS VEINTE Y CINCO DIAS DE LA SIEMBRA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Trat.	%						ppm				
No.	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
1	5,8 E	0,30 A	1,80 A	0,91 A	0,38 A	0,24 A	65 E	9 D	121 A	63 A	42 E
2	5,7 E	0,37 A	1,92 A	0,84 A	0,39 A	0,26 A	65 E	11,00 A	119 A	49 A	52 E
3	5,8 E	0,42 A	1,82 A	0,81 A	0,40 A	0,26 A	68 E	11,00 A	127 A	64 A	27 E
4	6,1 E	0,38 A	2,03 A	0,83 A	0,42 A	0,26 A	67 E	11,00 A	139 A	58 A	50 E
5	6,2 E	0,31 A	1,98 A	0,89 A	0,41 A	0,27 A	82 E	12,00 A	116 A	80 A	43 E
6	5,6 E	0,31 A	1,86 A	0,88 A	0,40 A	0,25 A	79 E	11,00 A	135 A	77 A	58 E
7	8,2 E	0,34 A	1,93 A	0,83 A	0,27 A	0,27 A	74 E	13,00 A	128 A	63 A	33 E
8	5,9 E	0,33 A	1,72 A	0,86 A	0,38 A	0,24 A	75 E	12,00 A	127 A	55 A	32 E

Simbología: B; Bajo M; Medio A; Alto D; Deficiente

CUADRO 11a. RESULTADO DE LOS ANALISIS QUIMICOS FOLIAR PRACTICADO A LOS SETENTA Y CINCO DIAS DE LA SIEMBRA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Trat.	%						ppm				
	No.	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
1	5.4 A	0.25 D	1.72 A	1.17 A	0.28 A	0.22 A	63 E	9.00 D	183 A	49 A	30 E
2	4.9 A	0.25 D	1.74 A	1.18 A	0.29 A	0.25 A	56 E	11.00 A	244 A	57 A	32 E
3	4.9 A	0.24 D	1.86 A	1.37 A	0.31 A	0.29 A	69 E	11.00 A	204 A	54 A	35 E
4	5.7 E	0.26 A	1.79 A	1.22 A	0.32 A	0.23 A	59 E	10.00 A	227 A	58 A	39 E
5	4.7 A	0.25 D	2.50 A	2.00 A	0.53 A	0.25 A	66 E	12.00 A	181 A	57 A	30 E
6	4.6 A	0,25 A	1,70 A	0,81 A	0,32 A	0,25 A	64 E	10,00 A	125 A	52 A	48 E
7	4.9 A	0,24 A	1,75 A	0,82 A	0,31 A	0,23 A	70 E	11,00 A	116 A	59 A	33 E
8	4.6 A	0,23 A	1,70 A	0,83 A	0,31 A	0,21 A	68 E	10,00 A	120 A	55 A	32 E

Simbología: B; BajoM; Medio      A; Alto      D; Deficiente

### 5.3. pH DE LAS MEZCLAS

CUADRO 12. pH DE LAS MEZCLAS DE LOS PRODUCTOS DE TRATAMIENTO

Productos	pH
Silicio puro	12
Biol puro	6,82
Agua de pozo	6,72
Agua (200 l) + 2 l de Biol	7,46
Silicio + 200 l de biol	10,78
agua (200 l) + Biol + Silicio	10

#### 5.4. GERMINACION

Primer periodo.

CUADRO 13. ANALISIS DE LA VARIANZA PARA EL PRIMER PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2 007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
<b>Trat.</b>	571,96	7	81,7	<b>4,73**</b>	2,49	3,64
A	22,78	1	22,78	1,32	4,32	8,02
B	3,78	1	3,78	0,22		
C	69,03	1	69,03	4,00		
A*B	34,03	1	34,03	1,97		
A*C	16,53	1	16,53	0,96		
<b>B*C</b>	81,28	1	81,28	<b>4,71*</b>		
<b>A*B*C</b>	344,53	1	344,5	<b>19,96**</b>		
Bloque	71,84	3	23,95	1,39	3,07	4,87
Error	362,41	21	17,26			
Total	1006,22	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 3,05542						
CV (%): 6,01						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 13a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL PRIMER PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2 007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
Con	Sin				3,05542	17,215	21
	0	68,31	a*				
1		70,00	a				

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
Con	Sin				3,05542	17,257	21
	0	68,81	a				
1		69,50	a				

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
Con	Sin				5,79269	17,257	21
	0	67,69	a				
1		70,63	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 13b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LAS COMBINACIONES DOBLES PARA EL PRIMER PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L. Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A	B				Alfa		
					0,05		
0	1	67,63	a*		5,79269	17,257	21
1	0	68,63	a				
0	0	69,00	a				
1	1	71,38	a				

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A	C				Alfa		
					0,05		
0	0	66,13	a		5,79269	17,257	21
1	0	69,25	a				
0	1	70,50	a				
1	1	70,75	a				

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B	C				Alfa		
					0,05		
0	0	65,75	a		9,86001	17,257	21
1	1	69,38	a	b			
1	0	69,63	a	b			
0	1	71,88		b			

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 13c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL PRIMER PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T1	1,00	0,00	0,00	63,00	a*		
T2	0,00	1,00	0,00	63,75	a		
T7	1,00	1,00	1,00	67,25	a	b	
T8	0,00	0,00	0,00	68,50	a	b	
T3	0,00	0,00	1,00	69,50	a	b	
T6	0,00	1,00	1,00	71,50	a	b	
T5	1,00	0,00	1,00	74,25		b	
T4	1,00	1,00	0,00	75,50		b	
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 25,43621							
Error: 17,2574 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Segundo periodo de germinación.

CUADRO 14. ANALISIS DE LA VARIANZA PARA EL SEGUNDO PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2 007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	4,46	7	0,63	0,44	2,490	3,64
A	1,62	1	1,62	1,14	4,320	8,02
B	0,21	1	0,21	0,15		
C	1,13	1	1,13	0,79		
A*B	0,02	1	0,02	0,01		
A*C	0,28	1	0,28	0,19		
B*C	0,02	1	0,02	0,02		
A*B*C	1,20	1	1,20	0,84		
<b>Bloque</b>	<b>23,75</b>	<b>3</b>	<b>7,92</b>	<b>5,54**</b>	<b>3,070</b>	<b>4,87</b>
Error	30,01	21	1,43			
Total	58,24	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 ; 0,87927						
CV (%): 1,20						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 14a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL SEGUNDO PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2 007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				0,87927	1,4292	21
	0	98,99	a*				
1		99,44	a				

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				0,87927	1,4292	21
	0	99,14	a				
1		99,30	a				

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				1,66699	1,4292	21
1		99,03	a				
	0	99,41	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 14b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LOS TRATAMIENTOS DOBLES CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2 007.

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B				0,05		
0	0	98,89	a*		1,88899	1,4292	21
0	1	99,10	a				
1	0	99,39	a				
1	1	99,50	a				

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C				0,05		
0	1	98,90	a		1,88899	1,4292	21
0	0	99,09	a				
1	1	99,16	a				
1	0	99,72	a				

Factores		Medias	Significancia		Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C				0,05		
0	1	98,98	a		2,83746	1,4292	21
1	1	99,09	a				
0	0	99,30	a				
0	0	99,51	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 14c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL SEGUNDO PERIODO DE GERMINACION DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T3	0,00		0,00		1,00	98,63	a*
T7	1,00		1,00		1,00	99,00	a
T2	0,00		1,00		0,00	99,03	a
T8	0,00		0,00		0,00	99,15	a
T6	0,00		1,00		1,00	99,17	a
T5	1,00		0,00		1,00	99,33	a
T1	1,00		0,00		0,00	99,45	a
T4	1,00		1,00		0,00	100,00	a
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 7,31990							
Error: 1,4292 gl: 21							

- \* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### 5.5. NÚMERO DE SEMILLAS POR PLANTA

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL NUMERO DE SEMILLAS POR PLANTA PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	4789,80	7	684,25	0,75	2,490	3,64
A	818,10	1	818,10	0,91	4,320	8,02
B	524,88	1	524,88	0,58		
C	278,48	1	278,48	0,31		
A*B	157,53	1	157,53	0,17		
A*C	466,65	1	466,65	0,52		
B*C	2541,85	1	2541,85	2,82		
A*B*C	2,31	1	2,31	0,00		
Bloque	979,78	3	326,59	0,36	3,070	4,87
Error	18924,04	21	901,14			
Total	24693,62	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 22,07903						
CV (%): 36,02						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 15a. PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA CORRESPONDIENTES AL NÚMERO DE SEMILLAS POR PLANTA PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				22,07903	901,1448	21
	0	78,29	a*				
1		88,41	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				22,07903	901,1448	21
	0	79,30	a				
1		87,40	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				41,85903	901,1448	21
	0	80,40	a				
1		86,30	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 15b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL NUMERO DE SEMILLAS POR PLANTA PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B					0,05		
0	0	76,46	a*			41,85904	901,1448	21
0	1	80,13	a					
1	0	82,14	a					
1	1	94,68	a					
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C					0,05		
0	1	77,43	a			41,85904	901,1448	21
0	0	79,16	a					
1	0	81,64	a					
1	1	95,18	a					
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C					0,05		
0	1	73,34	a			71,25027	901,1448	21
0	0	75,54	a					
1	0	85,26	a					
1	1	99,26	a					

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 15c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL NUMERO DE SEMILLAS POR PLANTA PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T3	0,00		0,00		1,00	66,95	a*
T2	0,00		1,00		0,00	72,35	a
T4	1,00		1,00		0,00	78,73	a
T5	1,00		0,00		1,00	79,73	a
T1	1,00		0,00		0,00	84,55	a
T8	0,00		0,00		0,00	85,98	a
T6	0,00		1,00		1,00	87,90	a
T7	1,00		1,00		1,00	110,63	a

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 5.6. CRECIMIENTO DE LA PLANTA CADA 30 DIAS

### Primer valor de altura.

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL PRIMER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	23,23	7	3,31	2,78*	2,490	3,64
A	0,26	1	0,26	0,22	4,320	8,02
B	0,14	1	0,14	0,12		
C	4,88	1	4,88	4,09		
A*B	16,09	1	16,09	13,51**		
A*C	1,09	1	1,09	0,92		
B*C	0,65	1	0,65	0,55		
A*B*C	0,23	1	0,23	0,19		
Bloque	7,23	3	2,41	2,02	3,070	4,87
Error	25,02	21	1,19			
Total	55,58	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,80277						
CV (%): 9,11						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 16a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL PRIMER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				0,80277	1,1913	21
1		11,90	a*				
	0	12,08	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				0,80277	1,1913	21
	0	11,92	a				
1		12,05	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				1,52194	1,1913	21
	0	11,60	a				
1		12,38	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 16b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL PRIMER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
1	0	11,12	a*			1,52194	1,1913	21	
0	1	11,43	a	b					
1	1	12,67		b					
0	0	12,72		b					
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
1	0	11,32	a			1,52194	1,1913	21	
0	0	11,87	a						
0	1	12,28	a						
1	1	12,47	a						
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
1	0	11,52	a			2,5908	1,1913	21	
0	0	11,67	a						
0	1	12,17	a						
1	1	12,59	a						

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 16c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL PRIMER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T1	1,00		0,00		0,00	10,61	a *
T2	0,00		1,00		0,00	11,00	a b
T5	1,00		0,00		1,00	11,64	a b
T6	0,00		1,00		1,00	11,87	a b
T4	1,00		1,00		0,00	12,04	a b
T3	0,00		0,00		1,00	12,70	a b
T8	0,00		0,00		0,00	12,74	a b
T7	1,00		1,00		1,00	13,31	b
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 6,68300							
Error: 1,1913 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Segundo valor de altura.

CUADRO 17. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	804,63	7	114,94	3,84**	2,490	3,64
A	52,97	1	52,97	1,77	4,320	8,02
B	24,17	1	24,17	0,81		
C	4,05	1	4,05	0,14		
A*B	569,11	1	569,11	19,02**		
A*C	21,47	1	21,47	0,72		
B*C	1,76	1	1,76	0,06		
A*B*C	131,10	1	131,10	4,38*		
Bloque	390,99	3	130,33	4,36*	3,070	4,87
Error	628,26	21	29,92			
Total	1823,88	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 4,02294						
CV (%): 8,71						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 17a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				4,02294	29,9173	21
	0	61,55	a*				
1		64,12	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				4,02294	29,9173	21
	0	61,96	a				
1		63,70	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin				7,62698	29,9173	21
	0	62,48	a				
1		63,19	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 17b. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA DEL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
0	1	58,20	a*			7,62698	29,9173	21	
1	0	59,03	a						
0	0	64,90	a	b					
1	1	69,21		b					

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
0	1	61,08	a			7,62698	29,9173	21	
0	0	62,01	a						
1	0	62,95	a						
1	1	65,30	a						

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
0	0	61,37	a			12,98226	29,9173	21	
0	1	62,56	a						
1	0	63,58	a						
1	1	63,82	a						

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 17c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T1	1,00		0,00		0,00	55,60	a *
T2	0,00		1,00		0,00	56,87	a
T6	0,00		1,00		1,00	59,53	a b
T5	1,00		0,00		1,00	62,47	a b
T3	0,00		0,00		1,00	62,64	a b
T8	0,00		0,00		0,00	67,15	a b
T7	1,00		1,00		1,00	68,12	a b
T4	1,00		1,00		0,00	70,29	b
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 33,49078							
Error: 29,9173 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### Tercer muestreo de altura de la planta.

CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL TERCER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	1163,76	7	166,25	2,59*	2,490	3,64
A	333,14	1	333,14	5,21*	4,320	8,02
B	233,01	1	233,01	3,64		
C	95,74	1	95,74	1,50		
A*B	767,83	1	767,83	12,00**		
A*C	39,72	1	39,72	0,62		
B*C	3,22	1	3,22	0,05		
A*B*C	24,24	1	24,24	0,38		
Bloque	438,77	3	146,26	2,29	3,070	4,87
Error	1343,75	21	63,99			
Total	3279,42	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 5,88346						
CV (%): 11,55						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 18a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL TERCER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	66,02	a*				
1		72,47		b	5,88346	63,9882	21
*							
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	66,55	a				
1		71,94	a		5,88346	63,9882	21
*							
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		67,52	a				
	0	70,98	a		11,15429	63,9882	21

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 18b. COMPARACION DE PROMEDIOS MEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL TERCER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
0	1	63,82	a*			11,15429	63,9882	21	
1	0	64,88	a						
0	0	68,22	a						
1	1	80,07		b					

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
0	1	63,18	a			11,15429	63,9882	21	
0	0	68,86	a						
1	1	71,86	a						
1	0	73,09	a						

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
0	1	64,5	a			18,98625	63,9882	21	
0	0	68,59	a						
1	1	70,53	a						
1	0	73,36	a						

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 18c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL TERCER MES DE MUESTREO DE ALTURA DE LA PLANTA DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T6	0,00		1,00		1,00	62,16	a *
T3	0,00		0,00		1,00	64,19	a b
T5	1,00		0,00		1,00	64,81	a b
T1	1,00		0,00		0,00	64,94	a b
T2	0,00		1,00		0,00	65,48	a b
T8	0,00		0,00		0,00	72,25	a b
T7	1,00		1,00		1,00	78,90	a b
T4	1,00		1,00		0,00	81,24	b
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 48,97949							
Error: 63,9882 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 5.7. ALTURA DE INSERCIÓN AL PRIMER FRUTO

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES A LA ALTURA DE INSERCIÓN AL PRIMER FRUTO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	22,10	7	3,15	19,13**	2,490	3,64
A	0,06	1	0,06	0,35	4,320	8,02
B	0,00	1	0,00	0,01		
C	2,06	1	2,06	12,67**		
A*B	9,08	1	9,08	56,02**		
A*C	4,49	1	4,49	27,70**		
B*C	3,12	1	3,12	19,23**		
A*B*C	3,31	1	3,31	20,40**		
Bloque	0,30	3	0,10	0,61	3,070	4,87
Error	3,41	21	0,16			
Total	25,82	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,29618						
CV (%): 3,50						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 19a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA CORRESPONDIENTES A LA ALTURA DE INSERCIÓN AL PRIMER FRUTO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		11,45	a*		0,29618	0,1622	21
	0	11,54	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	11,49	a		0,29618	0,1622	21
1		11,50	a				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	11,24	a		0,56152	0,1622	21
1		11,75	b				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 19b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTE A LA ALTURA DE INSERCIÓN AL PRIMER FRUTO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
1	0	11,12	a*			0,56152	0,1622	21	
0	1	11,43	a	b					
1	1	12,67		b					
0	0	12,72		b					
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
1	0	11,32	a			0,56152	0,1622	21	
0	1	11,87		b					
0	0	12,28		b	c				
1	1	12,47			c				
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
1	0	11,52	a			0,95572	0,1622	21	
0	1	11,67	a	b					
0	0	12,17		b	c				
1	1	12,59			c				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 19c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES A LA ALTURA DE INSERCION AL PRIMER FRUTO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T1	1,00		0,00		0,00	10,28	a*
T2	0,00		1,00		0,00	10,50	a b
T3	0,00		0,00		1,00	11,31	b c
T4	1,00		1,00		0,00	11,38	b c
T6	0,00		1,00		1,00	11,53	c
T5	1,00		0,00		1,00	11,55	c
T7	1,00		1,00		1,00	12,61	d
T8	0,00		0,00		0,00	12,82	d

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 5.8. NODULACION.

### Primer muestreo de nódulos.

CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL PRIMER MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	3,52	7	0,50	0,89	2,490	3,64
A	0,50	1	0,50	0,89	4,320	8,02
B	0,13	1	0,13	0,22		
C	0,50	1	0,50	0,89		
A*B	1,13	1	1,13	2,01		
A*C	0,00	1	0,00	0,00		
B*C	1,13	1	1,13	2,01		
A*B*C	0,13	1	0,13	0,22		
Bloque	0,25	3	0,08	0,15	3,070	4,87
Error	11,75	21	0,56			
Total	15,50	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,55016						
CV (%): 26,50						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 20a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL PRIMER MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
A				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			0,55016	0,5595	21
	0	2,50	a*			
1		2,75	a			
Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
B				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			0,55016	0,5595	21
	0	2,56	a			
1		2,69	a			
Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
C				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			1,04304	0,5595	21
	0	2,50	a			
1		2,75	a			

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 20b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL PRIMER MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B					0,05		
0	1	2,38	a*			1,04304	0,5595	21
1	0	2,50	a					
0	0	2,63	a					
1	1	3,00	a					

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C					0,05		
0	0	2,38	a			1,04304	0,5595	21
1	0	2,63	a					
0	1	2,63	a					
1	1	2,88	a					

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C					0,05		
1	0	2,39	a			1,77541	0,5595	21
0	1	2,5	a					
0	0	2,63	a					
1	1	3,00	a					

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 20c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION DOBLE Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL PRIMER MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T2	0,00		1,00		0,00	2,00	a*
T5	1,00		0,00		1,00	2,50	a
T1	1,00		0,00		0,00	2,50	a
T3	0,00		0,00		1,00	2,50	a
T4	1,00		1,00		0,00	2,75	a
T8	0,00		0,00		0,00	2,75	a
T6	0,00		1,00		1,00	2,75	a
T7	1,00		1,00		1,00	3,25	a
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 4,58009							
Error: 0,5595 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Segundo muestreo de nódulos.

CUADRO 21. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	957,91	7	136,84	47,35**	2,490	3,64
A	946,13	1	946,13	327,73**	4,320	8,02
B	1,13	1	1,13	0,39		
C	3,13	1	3,13	1,08		
A*B	3,13	1	3,13	1,08		
A*C	1,13	1	1,13	0,39		
B*C	3,13	1	3,13	1,08		
A*B*C	0,13	1	0,13	0,04		
Bloque	17,38	3	5,79	2,01	3,070	4,87
Error	60,63	21	2,89			
Total	1035,88	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 1,24968						
CV (%): 19,84						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 21a. PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	3,13	a*				
1		14,00	b		1,24968	2,8869	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	8,38	a				
1		8,75	a		1,24968	2,8869	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	8,25	a				
1		8,88	a		2,36924	2,8869	21

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 21b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
0	1	3,00	a*			2,36924	2,8869	21	
0	0	3,25	a						
1	0	13,50		b					
1	1	14,5		b					

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
0	0	3,00	a			2,36924	2,8869	21	
0	1	3,25	a						
1	0	13,50		b					
1	1	14,5		b					

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
1	0	8,13	a			4,03279	2,8869	21	
0	1	8,38	a						
0	0	8,38	a						
1	1	9,38	a						

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 21c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO DE NODULOS PRESENTES EN *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T2	0,00		1,00		0,00	2,50	a *
T3	0,00		0,00		1,00	3,00	a
T6	0,00		1,00		1,00	3,50	a
T8	0,00		0,00		0,00	3,50	a
T1	1,00		0,00		0,00	13,25	b
T4	1,00		1,00		0,00	13,75	b
T5	1,00		0,00		1,00	13,75	b
T7	1,00		1,00		1,00	15,25	b
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 10,40352							
Error: 2,8869 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 5.9. HUMEDAD Y PESO DEL GRANO

### Humedad.

CUADRO 22. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL GRADO DE HUMEDAD DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	1,28	7	0,18	0,53	2,490	3,64
A	0,41	1	0,41	1,19	4,320	8,02
B	0,40	1	0,40	1,19		
C	0,06	1	0,06	0,18		
A*B	0,15	1	0,15	0,44		
A*C	0,12	1	0,12	0,37		
B*C	0,13	1	0,13	0,37		
A*B*C	0,01	1	0,01	0,03		
Bloque	1,48	3	0,49	1,44	3,070	4,87
Error	7,16	21	0,34			
Total	9,92	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,42943						
CV (%): 2,09						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 22a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL GRADO DE HUMEDAD DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
A				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			0,42943	0,3409	21
1		27,88	a*			
	0	28,11	a			
Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
B				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			0,42943	0,3409	21
1		27,88	a			
	0	28,11	a			
Factor		Medias	Significancia	Tes: Tukey	Error:	gl
C				Alfa		
				0,05		
Con	Sin			0,81414	0,3409	21
1		27,95	a			
	0	28,04	a			

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 22b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION CORRESPONDIENTES AL GRADO DE HUMEDAD DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
1	1	27,84	a*				0,81414	0,3409	21
1	0	27,93	a						
0	1	27,93	a						
0	0	28,29	a						
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
1	0	27,86	a				0,81414	0,3409	21
1	1	27,9	a						
0	1	28,00	a						
0	0	28,21	a						
Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
1	0	27,86	a				1,38579	0,3409	21
1	1	27,90	a						
0	1	28,00	a						
0	0	28,21	a						

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 22c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL GRADO DE HUMEDAD DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T4	1,00		1,00		0,00	27,78	a*
T7	1,00		1,00		1,00	27,90	a
T5	1,00		0,00		1,00	27,90	a
T6	0,00		1,00		1,00	27,90	a
T2	0,00		1,00		0,00	27,95	a
T1	1,00		0,00		0,00	27,95	a
T3	0,00		0,00		1,00	28,10	a
T8	0,00		0,00		0,00	28,48	a
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 3,57498							
Error: 0,3409 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### Peso del grano.

CUADRO 23. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL PESO DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	1,55	7	0,22	5,53**	2,490	3,64
A	0,58	1	0,58	15,68**	4,320	8,02
B	0,58	1	0,58	15,68**		
C	0,00	1	0,00	0,01		
A*B	0,34	1	0,34	9,23**		
A*C	0,00	1	0,00	0,08		
B*C	0,02	1	0,02	0,42		
A*B*C	0,03	1	0,03	0,69		
Bloque	0,14	3	0,05	1,25	3,070	4,87
Error	0,77	21	0,04			
Total	2,45	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,14121						
CV (%): 1,12						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 23a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA CORRESPONDIENTES AL PESO DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		17,03	a*		0,14121	0,0369	21
	0	17,3	b				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		17,03	a		0,14121	0,0369	21
	0	17,3	b				
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
0		17,16	a		0,26771	0,0369	21
	1	17,17	a				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 23.b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION CORRESPONDIENTES AL PESO DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B					0,05		
1	1	17	a*			0,26771	0,369	21
1	0	17,06	a					
0	1	17,06	a					
0	0	17,54		b				
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C					0,05		
1	1	17,03	a			0,26771	0,369	21
1	0	17,04	a					
0	0	17,29	a	b				
0	1	17,31		b				
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C					0,05		
1	1	17,01	a			0,45569	0,369	21
1	0	17,05	a					
0	0	17,28	a	b				
0	1	17,33	a	b				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 23c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION CORRESPONDIENTES AL PESO DEL GRANO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T4	1,00		1,00		0,00	17,00	a *
T7	1,00		1,00		1,00	17,00	a
T6	0,00		1,00		1,00	17,03	a b
T5	1,00		0,00		1,00	17,05	a b
T1	1,00		0,00		0,00	17,08	a b
T2	0,00		1,00		0,00	17,10	a b
T8	0,00		0,00		0,00	17,48	b c
T3	0,00		0,00		1,00	17,60	c

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 5.10. RENDIMIENTO

CUADRO 24. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES AL RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS GRANOS DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	1,55	7	0,22	1,10	2,490	3,64
A	0,46	1	0,46	2,33	4,320	8,02
B	0,42	1	0,42	2,10		
C	0,28	1	0,28	1,39		
A*B	0,26	1	0,26	1,33		
A*C	0,09	1	0,09	0,47		
B*C	0,01	1	0,01	0,04		
A*B*C	0,03	1	0,03	0,16		
<b>Bloque</b>	<b>2,82</b>	<b>3</b>	<b>0,94</b>	<b>4,73*</b>	<b>3,070</b>	<b>4,87</b>
Error	4,17	21	0,20			
Total	8,54	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 0,32782						
CV (%): 19,73						

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

CUADRO 24a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA CORRESPONDIENTES AL RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS GRANOS DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		2,14	a*				
	0	2,38	a		0,42782	0,1987	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	2,14	a				
1		2,37	a		0,42782	0,1987	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	2,17	a				
1		2,35	a		0,62151	0,1987	21

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 24b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION CORRESPONDIENTES AL RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS GRANOS DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B					0,05		
0	0	2,12	a*			0,62151	0,1987	21
0	1	2,16	a					
1	0	2,17	a					
1	1	2,58	a					
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C					0,05		
0	0	1,99	a			0,62151	0,1987	21
0	1	2,29	a					
1	0	2,34	a					
1	1	2,42	a					
Factores		Medias	Significancia			Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C					0,05		
0	0	2,07	a			1,0579	0,1987	21
0	1	2,22	a					
1	0	2,26	a					
1	1	2,48	a					

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 24c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES AL RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS GRANOS DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

	A	x	B	x	C	Medias	Significancia
T8	0,00		0,00		0,00	1,95	a*
T2	0,00		1,00		0,00	2,03	a
T5	1,00		0,00		1,00	2,17	a
T1	1,00		0,00		0,00	2,18	a
T3	0,00		0,00		1,00	2,28	a
T6	0,00		1,00		1,00	2,29	a
T4	1,00		1,00		0,00	2,50	a
T7	1,00		1,00		1,00	2,67	a
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 2,72911							
Error: 0,1987 gl: 21							

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 5.11. ANALISIS ECONOMICO.

### Utilidades

CUADRO 25. ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTES A LAS UTILIDADES (\$) GENERADAS POR HECTAREA DEL ENSAYO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%
Trata.	297066,83	7	42484,11	1,09	2,490	3,64
A	98126,72	1	98126,72	2,53	4,320	8,02
B	73132,09	1	73132,09	1,89		
C	47322,72	1	47322,72	1,22		
A*B	45178,68	1	45178,68	1,17		
A*C	21824,83	1	21824,83	0,56		
B*C	2957,96	1	2957,96	0,08		
A*B*C	8528,83	1	8528,83	0,22		
BI	548211,57	3	182737,19	4,72*	3,070	4,87
Error	813476,94	21	38737,00			
Total	1658760,33	31				
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 144,75903						
Error: 38736,9972 gl: 21						
CV (%): 19,76						

CUADRO 25a. PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES PARA LOS PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS SIMPLES Y SU SIGNIFICANCIA CORRESPONDIENTES A LAS UTILIDADES (\$) GENERADAS POR HECTAREA DEL ENSAYO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
A					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
1		1051,58	a*				
	0	940,83	a		144,9503	38736,9972	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
B					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	948,40	a				
1		1044,01	a		144,9503	38736,9972	21
Factor		Medias	Significancia		Tes: Tukey	Error:	gl
C					Alfa		
					0,05		
Con	Sin						
	0	957,75	a				
1		1034,66	a		274,44473	38736,9972	21

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 25b. COMPARACION DE PROMEDIOS Y SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA EL FACTOR DE COMBINACION DOBLE CORRESPONDIENTES A LAS UTILIDADES (\$) GENERADAS POR HECTAREA DEL ENSAYO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	B						0,05		
0	0	930,60	a*						
0	1	951,06	a						
1	0	966,20	a						
1	1	1136,96	a			274,44473	38736,9972	21	

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
A	C						0,05		
0	0	876,96	a						
0	1	1005,40	a						
1	0	1039,24	a						
1	1	1063,92	a			274,44473	38736,9972	21	

Factores		Medias	Significancia				Tes: Tukey Alfa	Error:	gl
B	C						0,05		
0	0	919,56	a						
0	1	977,24	a						
1	0	955,94	a						
1	1	1092,08	a			467,14555	38736,9972	21	

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

CUADRO 25c. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL FACTOR DE COMBINACION TRIPLE CORRESPONDIENTES A LAS UTILIDADES (\$) GENERADAS POR HECTAREA DEL ENSAYO DE *Glycine max* L., Hda. FIDECOMISO LA PALMA, PATRICIA PILAR, BUENA FE, 2007.

A	B	C	Medias	Significancia
0,00	0,00	0,00	859,32	a*
0,00	1,00	0,00	893,20	a
1,00	0,00	1,00	952,60	a
1,00	0,00	0,00	979,80	a
0,00	0,00	1,00	1001,88	a
0,00	1,00	1,00	1008,92	a
1,00	1,00	0,00	1098,68	a
1,00	1,00	1,00	1175,24	a
Test : Tukey Alfa: 0,05 : 1205,11151				
Error: 38736,9972 gl: 21				

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## Rentabilidad

### Descripción de los costos del ensayo.

CUADRO 26. Detalle de los Costos, Ingreso Bruto y Neto versus la rentabilidad del ensayo de; Aplicación de *Bradyrhizobium japonicum*; Biol y Silicio y efectos en la producción de *Glycine max* L. (Soya).

Rubros	Tratamientos								Total (\$)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
<b>Costos fijos</b>									
Preparación terreno	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	320,00
<b>Siembra</b>									0,00
Semilla	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	206,40
Siembra manual	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	160,00
Raleo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	56,00
Riego de germinación	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	96,00
<b>Control de malezas manual</b>									0,00
Chapia	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	280,00
<b>Control de plagas</b>									0,00
Lufenuron: 300 cc/ha	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	56,00
Aplicación	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	56,00
<b>Subtotal</b>	<b>153,80</b>	<b>1230,40</b>							
<b>Costos variables</b>									0,00
<b>Inoculante</b>									0,00
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (704 g)	6,00	0	0	6,00	6,00	0	6,00	0	24,00
<b>Fertilizante Inorganico</b>									0,00
Biol	0	6,00		6,00	0	6,00	6,00	0	24,00
Silicio	0	0	48,00	0	48,00	48,00	48,00	0	192,00
Aplicación	1,00	7,00	14,00	14,00	14,00	21,00	21,00	7,00	99,00
Cosecha	20,33	18,54	20,30	22,77	19,73	20,91	24,33	17,17	164,08
<b>Subtotal</b>	<b>27,33</b>	<b>31,54</b>	<b>82,30</b>	<b>48,77</b>	<b>87,73</b>	<b>95,91</b>	<b>105,33</b>	<b>24,17</b>	<b>503,08</b>
<b>Costos totales</b>	<b>181,13</b>	<b>185,34</b>	<b>236,10</b>	<b>202,57</b>	<b>241,53</b>	<b>249,71</b>	<b>259,13</b>	<b>177,97</b>	<b>1733,48</b>

**Resumen de la producción versus rentabilidad.**

CUADRO 26a. Resumen de la producción de los granos de *Glycine max* L. por tratamiento versus la Rentabilidad. Hda. Fidecomiso La Palma, Patricia Pilar, Buena Fe, 2007.

Tratamientos	Kg/ha	qq/ha	Costo total	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Rentabilidad
T1 (A)	2,227	48,99	181,13	973,80	792,67	437,62
T2 (B)	2,030	44,66	185,34	893,20	707,86	381,92
<b>T3 (C)</b>	<b>2,277</b>	<b>50,09</b>	236,10	1001,80	765,70	<b>324,31</b>
<b>T4 (AB)</b>	<b>2,497</b>	<b>54,93</b>	202,57	1098,60	896,03	442,33
T5 (AC)	2,165	47,63	241,53	952,60	711,07	<b>294,40</b>
<b>T6 (BC)</b>	<b>2,293</b>	<b>50,44</b>	249,73	1008,80	759,07	<b>231,87</b>
<b>T7 (Con ABC)</b>	<b>2,671</b>	<b>58,76</b>	259,13	1175,20	916,07	353,51
<b>T8 (Sin ABC)</b>						
Testigo	1,953	42,96	177,97	859,20	681,23	382,77