UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ESPECIALIDAD DE AGRONOMÍA

TESIS

"EFECTO DEL GUANO DE ISLAS Y TRÉBOL (*Medicago hispida* G.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*), EN CONDICIONES DE AZÁNGARO - HUANTA - AYACUCHO."

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SUELOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

POZO HUILLCA, Melvin Roger

ACOBAMBA - 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ESPECIALIDAD DE AGRONOMÍA

TESIS

"EFECTO DEL GUANO DE ISLAS Y TRÉBOL (*Medicago hispida* G.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*), EN CONDICIONES DE AZÁNGARO - HUANTA – AYACUCHO."

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SUELOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

POZO HUILLCA, Melvin Roger

ACOBAMBA 2015

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 07 días del mes de enero del año 2016, a horas 8:30 am, se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David, RUIZ VÍLCHEZ

Secretario : M. Sc. Marino, BAUTISTA VARGAS

Vocal : Ing. Leónidas, LAURA QUISPETUPA.

Accesitario : M. Sc. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS

Designados con resolución N° 440-2014-CF-FCA-UNH; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Titulado: **"EFECTO DEL GUANO DE ISLAS Y TRÉBOL (*Medicago hispida* G.) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*), EN CONDICIONES DE AZANGARO - HUANTA - AYACUCHO."**

Cuyo autor es el (los) graduado (s):
BACHILLER (S): POZO HUILLCA, Melvin Roger.
A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado
Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR [X] ....UNANIMIDAD.....

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos al pie

Dr. David, RUIZ VÍLCHEZ
Presidente

M. Sc. Marino, BAUTISTA VARGAS.
Secretario

Ing. Leónidas, LAURA QUISPETUPA
Vocal

ASESOR: Dr. GREGORIO JOSÉ, ARONE GASPAR

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y guiar mi camino.

A mis padres: Lázaro y Francisca por sus consejos, su comprensión y apoyo incondicional.

A mis hermanos con beneplácito y cariño, por el gran apoyo incondicional, para ser profesional útil a la sociedad.

Así mismo a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a mi asesor Dr. Gregorio José Arone Gaspar, quién me apoyó en la ejecución y culminación del presente trabajo.

L 94

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, por mi formación profesional.
- Así mismo, hago intensivo mi reconocimiento a toda la plana docente de la Escuela Académico Profesional de Agronomía por haberme compartido sus conocimientos y formarme un profesional efectivo al servicio de la sociedad.
- A mi asesor, al Dr. Gregorio José Arone Gaspar por la orientación en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- Finalmente, a todos mis amigos de la Universidad y mi pueblo, quienes me brindaron su apoyo moral y sugerencias para hacer realidad esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPITULO I: PROBLEMA	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. General	21
1.3.2. Especifico	21
1.4. Justificación	22
1.4.1. Científico	22
1.4.2. Social	22
1.4.3. Económico	22
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.2. BASES TEÓRICOS	24
2.2.1 Maíz amiláceo	24
2.2.2 Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.)	25
2.2.2.1 Clasificación taxonomía de la planta	25
2.2.2.2 Descripción botánica	26
2.2.2.3 Labores culturales	28
2.2.2.4 Variedades de maíz morado	30
2.2.2.5 Variedades mejoradas	31
2.2.2.6 Producción y exportación de maíz morado en el Perú	32
2.2.3 Trébol andino (*Medicago hispiga* G.)	32
2.2.3.1 Clasificación taxonómica	32
2.2.3.2 Descripción Botánica	33
2.2.3.3 Fijación biológica del nitrógeno (FBN)	34
2.2.3.4 Criterios de cubertura	34
2.2.4 Guano de islas	35

2.2.4.1 Origen 35
2.2.4.2 Mineralización (transformación) 36
2.2.4.3 Propiedades del guano de las islas 36
2.3 HIPÓTESIS 38
2.4 Variables de estudio 38
2.4.1 Porcentaje de emergencia del maíz 38
2.4.2 Altura de planta de maíz morado 38
2.4.3 Humedad y temperatura del suelo 38
2.4.4 Peso seco foliar del trébol 39
2.4.5 Peso seco foliar del maíz 39
2.4.6 Rendimiento del maíz morado 39
2.4.7 Análisis foliar del trébol 39
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 40
3.1. Ámbito de estudio 40
3.1.1. Ubicación política 40
3.1.2. Ubicación geográfica 40
3.1.3. Factores climáticos 40
3.1.4. Análisis de suelo 41
3.2. Tipo de Investigación 42
3.3. Nivel de investigación 42
3.4. Método de investigación 42
3.4.1. Material experimental 42
3.4.2. Material vegetal 42
3.4.3. Momento de aplicación del guano de isla 42
3.5. Diseño de Investigación 44
- Modelo estadístico del Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) 44
- Tratamientos 44
- Croquis y distribución de los tratamientos 45
- Parámetros evaluados 45
3.6. Población, Muestra, Muestreo 45
3.6.1. Población 45

3.6.2. Muestra 46
3.6.3. Muestreo 46
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 46
3.7.1. Porcentaje de emergencia 46
3.7.2. Evaluación % de humedad gravimétrica del suelo 46
3.7.3. Determinación temperatura del suelo 47
3.7.4. Altura de planta de maíz morado 47
3.7.5. Peso seco foliar del trébol 48
3.7.6. Peso seco foliar del maíz 48
3.7.7. Rendimiento del maíz morado 48
3.7.8. Análisis foliar del trébol 49
3.8. Procedimiento de recolección de datos 49
3.8.1. Porcentaje de emergencia 49
3.8.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo 49
3.8.3. Determinación de la temperatura del suelo 50
3.8.4. Altura de planta de maíz morado 50
3.8.5. Peso seco foliar del trébol 50
3.8.6. Peso seco foliar del maíz morado 50
3.8.7. Rendimiento de maíz morado 50
3.8.8. Análisis foliar del trébol 50
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 50
CAPITULO IV: RESULTADOS 51
4.1. Presentación de resultados 51
4.1.1. Porcentaje de emergencia de plantas 51
4.1.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo 51
4.1.3. Determinación temperatura del suelo 52
4.1.4. Altura de planta de maíz morado 53
4.1.5. Materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga G.*) 54
4.1.6. Peso seco foliar del maíz morado 55
4.1.7. Rendimiento del maíz morado 55
4.1.8. Análisis foliar del trébol 56

4.2. Discusión 57
4.2.1. Porcentaje de emergencia 57
4.2.2. Porcentaje de humedad gravimétrica (% Hg) del suelo 57
4.2.3. Temperatura del suelo (°C) 58
4.2.4. Altura de planta 59
4.2.5. Materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga G.*) 61
4.2.6. Peso seco foliar de plantas de maíz morado 62
4.2.7. Rendimiento de maíz morado 63
4.2.8. Análisis foliar del trébol 64

CONCLUSIONES 65
RECOMENDACIONES 66
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 67
ARTÍCULO CIENTÍFICO 73
ANEXOS 86

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01. Número de plantas de maíz morado/ha, siembra por golpes	29
Cuadro N° 02. Dosis de fertilización según periodo de cultivo	30
Cuadro N° 03. Riqueza en nutrientes del guano de las islas	37
Cuadro N° 04. Momento y dosis de aplicación del guano de islas (GI) y frutos de trébol andino (TA)	42
Cuadro N° 05. Tratamientos en estudio	44
Cuadro N° 06. Parámetros evaluados	45
Cuadro N° 07. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	51
Cuadro N° 08. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	51
Cuadro N° 09. Comparación de medias entre los tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para el % de Hg del suelo a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	52
Cuadro N° 10. Análisis de varianza de temperatura del suelo a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	52
Cuadro N° 11. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	53
Cuadro N° 12. Análisis de varianza para altura de planta del maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	53
Cuadro N° 13. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para altura de planta de maíz morado a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	54
Cuadro N° 14. Análisis de varianza para materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga* G.) a 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	54
Cuadro N° 15. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga* G.) a 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014	54

Cuadro N° 16. Análisis de varianza de peso seco foliar de maíz morado a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014 55

Cuadro N° 17. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014 55

Cuadro N° 18. Análisis de varianza para rendimiento de maíz morado por hectárea a 140 DDS en Azángaro, Huanta. 2014 56

ÍNDICE DE FIGURA

	Pág.
Figura 01. Siembra del trébol andino en el aporque del maíz morado	43
Figura 02. Aplicación de riego por gravedad en la siembra del maíz morado	43
Figura 03. Corte y cosecha de maíz morado	44
Figura 04. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales	45
Figura 05. Proceso de conteo de emergencia de plantas de maíz morado	46
Figura 06. Peso de suelo y secado para calcular el % humedad gravimétrica del suelo	47
Figura 07. Evaluación de la temperatura del suelo	47
Figura 08. Medición de altura de planta de maíz morado	47
Figura 09. Secado en la estufa de la biomasa de trébol andino	48
Figura 10. Secado de la biomasa foliar del maíz morado	48
Figura 11. Cosecha de maíz morado en Azángaro, Huanta, 2014	49
Figura 12. Porcentaje de emergencia de plantas de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	57
Figura 13. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la conservación de la humedad del suelo, medido como % de Hg del suelo en Azángaro, Huanta. 2014	58
Figura 14. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la temperatura del suelo en Azángaro, Huanta. 2014	59
Figura 15. Altura de planta de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	60
Figura 16. Producción de materia seca foliar de *Medicago hispiga G.en g/*m^2 asociado al maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	62
Figura 17. Peso seco foliar de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	63
Figura 18. Rendimiento por hectárea del maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014	64

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01. Datos originales de porcentaje de emergencia del cultivo de maíz en (%)	87
Anexo 02. Datos originales de altura de planta a 30 DDS en (cm)	87
Anexo 03. Datos originales de altura de planta a 70 DDS en (cm)	87
Anexo 04. Datos originales de altura de planta a 110 DDS en (cm)	87
Anexo 05. Datos originales de peso seco foliar de plantas de maíz morado a 30 DDS en (g)	88
Anexo 06. Datos originales de peso seco foliar de plantas de maíz morado a 70 DDS en (g)	88
Anexo 07. Datos originales de peso seco foliar de plantas de maíz morado a 110 DDS en (g)	88
Anexo 08. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 30 DDS en %	89
Anexo 09. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 70 DDS en (%)	89
Anexo 10. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 110 DDS en (%)	89
Anexo 11. Datos originales de temperatura del suelo a 30 DDS en (°C)	89
Anexo 12. Datos originales de temperatura del suelo a 70 DDS en (°C)	90
Anexo 13. Datos originales de temperatura del suelo a 110 DDS en (°C)	90
Anexo 14. Datos originales de rendimiento a 140 DDS en (kg)	90
Anexo 15. Datos originales de materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga G.)* a 110 DDS en (g)	91
Anexo 16. Resumen de supuestos para el % de emergencia de plantas de maíz morado	91
Anexo 17. Prueba de normalidad del % de emergencia de plantas de maíz morado	92
Anexo 18. Prueba de homogeneidad de varianzas del % de emergencia de plantas de maíz morado	92
Anexo 19. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 30 DDS	93
Anexo 20. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 30 DDS	93

Anexo 21. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 30 DDS 94
Anexo 22. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 70 DDS 94
Anexo 23. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 70 DDS 95
Anexo 24. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 70 DDS 95
Anexo 25. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 110 DDS 96
Anexo 26. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 110 DDS 96
Anexo 27. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 110 DDS 97
Anexo 28. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 30 DDS 97
Anexo 29. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 30 DDS 98
Anexo 30. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS 98
Anexo 31. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 70 DDS 99
Anexo 32. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 70 DDS 99
Anexo 33. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 70 DDS 100
Anexo 34. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 110 DDS 100
Anexo 35. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 110 DDS 101
Anexo 36. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 110 DDS 101
Anexo 37. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS 102
Anexo 38. Prueba de normalidad del % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS 102
Anexo 39. Prueba de homogeneidad de varianzas para el % de humedad

gravimétrica del suelo a 30 DDS 103
Anexo 40. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS 103
Anexo 41. Prueba de normalidad de % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS 104
Anexo 42. Prueba de homogeneidad de varianza para % humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS 104
Anexo 43. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS 105
Anexo 44. Prueba de normalidad del % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS 105
Anexo 45. Prueba de homogeneidad de varianza para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS 106
Anexo 46. Resumen de supuestos para la temperatura del suelo a 30 DDS 106
Anexo 47. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 30 DDS 107
Anexo 48. Prueba de homogeneidad de varianza para temperatura del suelo a 30 DDS 107
Anexo 49. Resumen de supuestos para temperatura del suelo a 70 DDS 108
Anexo 50. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 70 DDS 108
Anexo 51. Prueba de homogeneidad de varianzas para temperatura del suelo a 70 DDS 109
Anexo 52. Resumen de supuestos para temperatura del suelo a 110 DDS 109
Anexo 53. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 110 DDS 110
Anexo 54. Prueba de homogeneidad de varianzas para temperatura del suelo a 110 DDS 110
Anexo 55. Resumen de supuestos para rendimiento de maíz morado 111
Anexo 56. Prueba de normalidad para rendimiento de maíz morado 111
Anexo 57. Prueba de homogeneidad de varianzas para rendimiento de maíz morado 112
Anexo 58. Resumen de supuestos para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS 112
Anexo 59. Prueba de normalidad para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a

110 DDS 113
Anexo 60. Prueba de homogeneidad de varianzas para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS 113
Anexo 61. Análisis de varianza del % de germinación plantas de maíz morado 114
Anexo 62. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 30 DDS 114
Anexo 63. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 70 DDS 114
Anexo 64. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 110 DDS 114
Anexo 65. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 30 DDS 115
Anexo 66. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 70 DDS 115
Anexo 67. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 110 DDS 115
Anexo 68. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS 115
Anexo 69. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS 116
Anexo 70. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS 116
Anexo 71. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 30 DDS 116
Anexo 72. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 70 DDS 116
Anexo 73. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 110 DDS 117
Anexo 74. Análisis de varianza del rendimiento (kg) de maíz morado a 140 DDS 117
Anexo 75. Análisis de varianza de materia seca foliar (g) de *M. hispiga* G. a 110 DDS 117
Anexo 76. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % porcentaje de emergencia 118
Anexo 77. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 30 DDS 118
Anexo 78. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 70 DDS 118
Anexo 79. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 110 DDS 118
Anexo 80. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS 118
Anexo 81. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del

maíz morado a 70 DDS 119
Anexo 82. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a 110 DDS 119
Anexo 83. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS 119
Anexo 84. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS 119
Anexo 85. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS 120
Anexo 86. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 30 DDS 120
Anexo 87. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 70 DDS 120
Anexo 88. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 110 DDS 120
Anexo 89. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para rendimiento de maíz morado a 140 DDS 120
Anexo 90. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para materia seca foliar *M. hispiga* a 110 DDS 121
Anexo 91. Semilla del maíz morado Var. Canteño 121
Anexo 92. Aporque del maíz morado a 30 DDS 121
Anexo 93. Siembra del trébol asociado al maíz morado en el momento del aporque 122
Anexo 94. Riego del maíz morado después del aporque 122
Anexo 95. Peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS 122
Anexo 96. Pesado de la muestra de suelo húmedo 123
Anexo 97. Secado en la estufa de las muestras de suelo húmedo 123
Anexo 98. Pesado de la muestra del suelo seco a la estufa 123
Anexo 99. Aplicación del riego en maíz morado 124
Anexo 100. Pulverización del maíz morado para control de cogollero 124
Anexo 101. El maíz morado a los 70 DDS 124
Anexo 102. Crecimiento del trébol asociado al maíz morado 125

Anexo 103. Crecimiento del trébol 125
Anexo 104. Muestra del maíz morado a 70 DDS 125
Anexo 105. Evaluación de la temperatura del suelo 126
Anexo 106. Cobertura del trébol en el cultivo de maíz morado 126
Anexo 107. El cultivo de maíz morado sin cobertura de trébol 126
Anexo 108. El cultivo de maíz morado semi – seco listo para la cosecha 127
Anexo 109. Despanque del maíz morado 127
Anexo 110. Determinación del rendimiento del cultivo de maíz morado 127

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto del guano de islas y trébol (*Medicago hispiga G.)* en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*), se instaló un experimento en Azángaro – Huanta – Ayacucho, localizada a 2624 msnm. El experimento se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos: T1 (Guano de islas (80-60-60)), T2 (Trébol – 800 kg de fruto/ha), T3 (Guano de islas (80-60-60) más trébol) y T4 (testigo). Se evaluaron altura de planta, % de Hg, temperatura del suelo y peso seco foliar del maíz a 30, 70, 110 DDS, el peso seco foliar del trébol se evaluó a los 110 DDS, porcentaje de emergencia de plantas a 15 DDS y el rendimiento del maíz morado a los 140 DDS. No presentaron diferencias significativas para % de emergencia plantas, peso seco foliar y altura de planta del maíz a 70 y 110 DDS, humedad del suelo a 30 DDS, temperatura del suelo a 30 y 70 DDS y rendimiento a 140 DDS. En cambio para altura de planta y materia seca foliar a 30 DDS, temperatura del suelo 110 DDS, humedad del suelo a los 70 y 110 DDS, presentaron diferencias significativas. Se obtuvieron rendimientos de 8224.6046, 7968.7060, 7789.5440 y 7535,35 kg/ha en los tratamientos T3, T1, T2 y T4, respectivamente. Siembras de maíz asociada con trébol contribuye a conservar la humedad y a mejorar la fertilidad natural del suelo, mediante la producción de biomasa, fijación biológica del nitrógeno y el reciclaje de nutrientes, por lo que se recomienda su empleo.

Palabra clave: trébol, guano de islas, emergencia, temperatura, humedad, foliar, porcentaje.

INTRODUCCIÓN

La región andina es el centro de origen, variación, dispersión y crianza de un gran número de especies, variedades, morfotipos y/o razas de plantas alimenticias y medicinales. Son muestras de esta gran variabilidad las 1,600 entradas de maíz agrupadas en 55 razas, siendo una de ellas la *Kulli sara* (maíz morado, *Zea mays* amilácea cv. morado). Este maíz luce coronta y granos de color morado debido a la presencia de la antocianina, un colorante natural altamente valorado en la medicina y en la industria de alimentos.

En el Perú, el maíz morado, se cultiva desde épocas prehispánicas. Actualmente, las zonas de mayor producción son los departamentos de Ancash, Arequipa, Cajamarca, Huánuco, Ica, Lima, Moquegua y Ayacucho. En la región de Ayacucho, las provincias de Huanta y Huamanga son las principales productoras. Y dentro de la provincia de Huanta, lo son los distritos de Iguain y Luricocha. La siembra del maíz morado en estos distritos, lo promovieron desde 1910 algunos hacendados de Azángaro, Iribamba, Churrupampa del actual distrito de Luricocha. Su producción en la provincia de Huanta se reduce en el año 1980 debido a los problemas políticos sociales.

En Azángaro, actual anexo del distrito de Luricocha se produce maíz morado de la mejor calidad y se vende a buen precio. Sin embargo, diversos factores vienen limitando la producción del maíz morado, entre ellas, la presencia de plagas, enfermedades y la pérdida de la capacidad productiva de las chacras. Esta merma de la capacidad productiva se atribuye a: (1) supresión del trébol (*Medicago hispida* G.) en las chacras (los campesinos desconocen sus bondades y lo retiran manualmente creyendo que es planta arvense), (2) el empleo de la maquinaria agrícola (arados profundos) que ahogan las semillas del trébol, (3) la escasa aplicación de estiércol y otras fuentes orgánicas. Como consecuencia los rendimientos son cada vez menores, lo que motiva a los campesinos usar agroquímicos a fin de contrarrestar la baja capacidad productiva de las chacras.

Aunque el empleo de los agroquímicos por las familias campesinas permite incrementar los rendimientos, también incrementa el costo de producción y su empleo inadecuado ocasiona problemas de contaminación de suelos, aguas subterráneas e intensifica el desgaste de las tierras de cultivo, de modo que, cada campaña incrementan las dosis de abonamiento.

La presencia del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura es una práctica ancestral que queremos rescatar, porque esta asociación tiene la capacidad de influir en el rendimiento del siguiente cultivo de rotación, debido a las bondades de la leguminosa como cultivo de cobertura. Igualmente, investigaciones realizadas sobre el empleo del Guano de Islas en diversos cultivos indican que su uso se traduce en el incremento del rendimiento de cosechas y reduce el uso de fertilizantes sintéticos.

Por otro lado, los estándares de calidad establecido por los comerciantes, quienes exigen maíz morado de producción orgánica, nos motiva a iniciar la siembra del maíz morado empleando guano de islas y asociado al trébol andino, a fin promover producción sostenible en las chacras campesinas de Azángaro.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el anexo de Azángaro, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho, se cultiva el maíz morado bajo riego y se emplea agroquímicos, tanto para restituir la baja capacidad productiva de los suelos, como para controlar las plagas y enfermedades que atacan el maíz. Asimismo, el alto precio de los agroquímicos incrementan el costo de producción y su empleo inadecuado contaminan el suelo, agua, aire y las mismas cosechas que son expuestos a estos productos. Por otro lado, el bajo costo de la cosecha, hace que su empleo se torne cada vez en una práctica insostenible.

Dado que los comerciantes del maíz morado exigen un producto orgánico y para ello han implantado estándares de calidad, lo que motiva generar nuevas propuestas de producción orgánica sostenible del maíz morado. Con este propósito se planea utilizar el trébol (*Medicago hispida* G.) asociado al maíz como cultivo de cobertura y la aplicación del Guano de Islas, por ser este último un fertilizante natural a base de las deyecciones de aves guaneras de nuestro litoral.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del empleo de trébol (*Medicago hispida* G) como cultivo de cobertura y la aplicación del guano de islas en el rendimiento de maíz morado en condiciones de Azángaro?.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- Evaluar la influencia del empleo de trébol (*Medicago hispida* G.) como cultivo de cobertura y la aplicación del guano de islas en el rendimiento de maíz morado en condiciones de Azángaro

1.3.2. Especifico

- Determinar la materia seca foliar de la planta de maíz.

- Evaluar la influencia de la cobertura del trébol sobre la humedad y temperatura del suelo.
- Determinar la biomasa foliar del trébol y su aporte de nutrientes.
- Determinar el rendimiento del maíz morado

1.4. Justificación

1.4.1. Científico

Generar conocimientos sobre los efectos del trébol como cultivo de cobertura y la aplicación del guano de islas en el rendimiento de maíz morado en condiciones de Azángaro, para contribuir en la producción sostenible del cultivo.

1.4.2. Social

La producción sostenible del maíz morado contribuye a la estabilidad familiar y dota seguridad alimentaria.

1.4.3. Económico

La producción orgánica del maíz morado por familias campesinas de Azángaro, permiten generar mejores ingresos económicos y contribuye al bienestar familiar.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En los distritos de Iguain y Luricocha, en el año 2007, se cosecharon 87 y 74 ha de maíz morado, respectivamente. Esta producción se destinó al mercado mayorista de Lima, entre los meses de diciembre a marzo. En ambos distritos la siembra del maíz morado involucró a 164 productores [1].

En condiciones Canaan, Ayacucho, se evaluó 3 niveles de fertilización de 0.5, 1.0, 1.5 t/ha a base de guano de isla y tres variedades comerciales de maíz morado, Canteño, PMV – 581 e INIA 615, más un testigo y logró rendimientos de 13.855,6 y 12.964,4 t/ha [2]. En condiciones de Chihua, distrito de Iguain, Huanta, quién evaluó dos densidades de siembra: D1 (93750 plantas/ha, sembrado a 0,8 m entre surcos y de 0,4 m entre golpes) y D2 (66667 plantas/ha, sembrado a 0,9 m entre surcos y 0,5 m entre golpes. Con la siembra D1 más la aplicación de 3 t/ha de guano de isla produjo 9.532 t/ha. En cambio, esta misma densidad con la aplicación de 180UN-180UP-120UK logró producir 9,276 t/ha de rendimiento [3].

En condiciones de Arequipa, se evaluaron tres cultivares de maíz morado, entre ellos: Testigo Canta (TC), PM 581 y Testigo Joya (TJ). Los resultados promedios para altura de planta de TC, PM-581 y TJ, presentaron diferencias altamente significativas con $p<0,01$ a 8, 15, 30, 60 y 120 DDS. Los valores promedios de altura de planta a 8 DDS en las variedades PM-581 y TJ, presentaron valores más altos con respecto TC; a los 15 DDS TC y TJ presentaron valores más altos de 19,733 cm y 20,700 cm, respectivamente. Esta superioridad en altura de planta de TC y TJ continuó a los 30 DDS, los valores fueron de 27,695 y 28,704 cm, respectivamente. En cambio a los 60 DDS el cultivar TC presentó el valor más alto (79,333 cm) con respecto a los cultivares PM 581 y TJ. A 120 DDS el cultivar PM-581 presentó mayor altura de planta (173,333 cm) con respecto a TC y TJ. A los 150 DDS el cultivar TC alcanzó 183,950 cm de altura de planta y fue superior a las demás variedades [4].

Con respecto al porcentaje de emergencia de plantas, a los 20 días de después de la siembra en dos variedades mejoradas de maíz morado (A y B), encontró que la variedad B presentó en promedio 91.1% de emergencia, en cambio con la variedad A logró 86.7% de emergencia de plantas [5].

El maíz asociado a mucuna por tres o más años permanece invariable en su rendimiento en los años sucesivos y superan al maíz sin asociar [6]. Además, el tratamiento control inicia con el descenso de su productividad. Evaluaron en una zona de transición entre bosque y sabana, en Ghana, el efecto de las coberturas de *Mucuna pruriens* y *Cowpea* sobre el rendimiento en grano seco del maíz, complementadas con fertilización mineral a base de nitrógeno (0 y 60 kg/ha). Los mejores rendimientos en grano seco de maíz se obtuvieron con el establecimiento de la cobertura de *Mucuna pruriens*, con valores de 2.9 t/ha y 4.2 t/ha para los tratamientos con 0 y 60 kg de N/ha, respectivamente [7]. El empleo de *Mucuna pruniens* como cultivo de cobertura, permite incrementar el contenido de humedad del suelo en 15% con respecto al testigo [8].

2.2. BASES TEÓRICOS

2.2.1. El maíz amiláceo

La región andina es el centro de origen, variación, dispersión y crianza de un gran número de especies, variedades, morfotipos y/o razas de plantas alimenticias y medicinales [9.10.11.12]. Son muestras de esta gran variabilidad las 1,600 entradas de maíz agrupadas en 55 razas [13]. siendo la Sierra del Perú una de las regiones de mayor diversidad que alberga 26 razas de maíz, distribuidas en los diferentes departamentos, los que son empleadas para dotar seguridad alimentaria a las familias campesinas, quienes consumen en diversas formas: mazamorra, cancha, mote, choclo, chochoca y maíz pelado. Igualmente, hay razas de maíz de uso más especializado, como la raza *Kully* (maíz morado) que se usa principalmente para la elaboración de la chicha morada y la mazamorra [14]. Igualmente, la mayor concentración de las chacras con maíces amiláceos se ubican en la región natural denominada Quechua, localizada entre los 2300 a 3500 m.s.n.m. [15].

2.2.2. Cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*)

Los campesinos de los valles andinos del Perú clasifican al maíz morado como *Kulli sara* y corresponde al género *Zea*, especie *mays* L. grupo *amilaceae* st [16.17].

La coloración morada que presenta las plantas, corontas y pericarpio de los granos de maíz nativo, son el resultado del complejo trabajado realizado por muchos genes ubicados en diferentes cromosomas, lo que da como resultado la formación de pigmentos de diferentes colores, los mismos que al combinarse forman el color morado (combinación de pigmentos rojos azules) [18].

El maíz morado es único en el mundo por poseer coronta y granos de color morado. Al extraer este pigmento existen diferentes clases de antocianina, siendo la cianidina-3-bglucósido su pigmento mayoritario. Igualmente, al extraer este pigmento de la coronta y de los granos, se ha determinado mayor cantidad de antocianina en la coronta (tusa) (85%) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano (15%) [19.17].

Este pigmento representa un potencial para su uso en la industria alimenticia farmacéutica, industria cosmética e industria textil. Porque imparten color a las bebidas, dulces, helados, caramelos, confites, productos de panadería, conserva de pescado, grasas y aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, frutas en almíbar, jarabe de frutas, sopas y saborizantes [19]. Estas características contribuyeron para que se introduzca en numerosos países [20.21].

A nivel de las familias campesinas se emplea en la forma de chicha morada, mazamorra morada, machka, tostado y otros [22].

2.2.2.1. Clasificación taxonomía de la planta

Según Terranova [16]. Manrique [23]. Stanciuc [24]. al maíz morado le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Angiosperma
Clase	: Liliopsida o Monocotiledoneae
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Cereales

Familia	: Poaceae
Subfalia	: Poaceae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: Zea.
Especie	: *Zea mays L*
Maíz morado	: *Zea mays* amilaceae cv. Morado

2.2.2.2. Descripción botánica

Los especímenes típicos del maíz negro se encuentran desde los 1000 a 4000 msnm [17.25]. Las mazorcas son de tamaño medio, de forma cónica a ovales con ocho a catorce hileras en espiral de color rojizo o purpura en toda la tusa, incluida las lemnas, las glumas y la médula; tiene granos redondos con pericarpio rojo, morado, estrechamente agrupados para dar la apariencia de un racimo de uvas [26].

a). **Raíz**

Según Pazmiño [27]. las raíces son fasciculadas, el sistema radicular está constituido de:

- **Raíz Seminal o principal:** está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.
- **Raíces adventicias:** el sistema radicular de una planta es casi totalmente adventicio y brota de la corona, puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- **Raíces de sostén o soporte:** estos tipos de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen dando a la planta una mayor estabilidad. Las raíces de sostén realizan fotosíntesis.
- **Raíces Aéreas:** son raíces que no alcanzan el suelo.

b) El tallo

El tallo del maíz es de caña vertical, la longitud varía entre 1 a 5 m con un diámetro que va entre 2 a 4 cm y tiene nudos y entrenudos

que varían en un numero de 8 a 24 [28]. El tallo principal, siempre es erecto, leñoso y cilíndrico. Está compuesto por tres capas (del exterior al interior), **epidermis** es impermeable y transparente, pared por donde circulan las sustancias alimenticias, **medula** tejido central esponjoso, donde almacena reservas alimenticias [27].

c) Hojas

Las hojas poseen una larga vaina que envuelve el entrenudo. El limbo es largo, un poco ancho y termina en punta, de bordes enteros y con nervaduras paralelas, su color usual es verde, pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y purpura [27].

d) Inflorescencia pistilada (femenina)

La inflorescencia femenina corresponde a una espiga. La espiga se presenta cubierta por brácteas u hojas envolventes y esta conjuntamente con las brácteas conforman la mazorca [29].

d) Inflorescencia estigmada (masculina)

Se realiza en las últimas hojas de la planta, de siete a diez días antes de que comience a aparecer los estilos de la inflorescencia femenina [29].

e) Mazorcas

La mazorca es compacta y formada por hojas que la cubren totalmente. El eje de la inflorescencia recibe el nombre de tusa en América del Sur y elote o corontas en México y América central [26.29].

f) Semillas

Cada semilla en la mazorca es un fruto independiente que esta insertado en el raquis cilíndrico o coronta; la calidad de granos producidos por mazorcas está limitada por el número de granos por hilera, al igual que otros cereales, el grano de maíz está constituido por pericarpio, endospermo y embrión [28].

g) Partes del maíz morado

Chichizola et al. [30]. describen las partes del maíz morado y entre ellas tenemos:

- Granos.
- Mazorca o coronta.

Los granos están compuestos por:

- **Pericarpio o cascarilla**, piel externa o cubierta del grano que sirve como elemento protector. En el cereal ya maduro, tiene la función de impedir el ingreso de hongos y bacterias.
- **Endospermo,** es la reserva energética del grano, y ocupa hasta el 80-84% de peso total del grano. Compuesta por 90% de almidón y 9% de proteínas acompañadas de aceites, minerales y otros compuestos. Funciona como dador de energía a la planta en su desarrollo.
- **Germen,** en el extremo más bajo del grano ocupando el 9,5 al 12% del volumen total de grano. El germen contiene una pequeña planta en miniatura, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, el cual tiene la función de nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento, así como otras muchas sustancias necesarias que se requiere durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta.

2.2.2.3. Labores culturales

a) Preparación del terreno

Una eficiente preparación del terreno favorece la germinación y el enraizamiento. Para ello se realiza el riego, arado del terreno y surcado a una distancia de 80 o 90 cm entre surcos [31].

b) Siembra

Se realiza usando de 2 a 5 semillas por golpe, a una distancia de 40 a 50 cm. También se puede sembrar a surco corrido, poniendo 2 semillas cada 15 cm con densidades de 82,000 plantas/ha. En Huanta la siembra se realiza en surcos distanciados entre ellos a 70

cm, usando 2 a 3 semillas por golpe y distanciadas entre 40 a 50 cm por golpe [32].

En relación a la densidad de siembra, lo recomendable, de acuerdo a la calidad de los suelos y su nivel de fertilidad, es entre 55.555 y 66.666 plantas por hectárea. Densidades mayores pueden producir rendimientos más elevados, siempre que exista una buena fertilización y manejo del cultivo, pero se corre el riesgo de obtener mucha plantas improductivas y mazorcas más pequeñas, con menor tamaño de grano, afectando la calidad y precio del producto.

Un resumen respecto de los parámetros a usar para la siembra del maíz morado, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01. Número de plantas de maíz morado/ha, siembra por golpes.

Distancia entre surcos	Distancia entre golpes (03 plantas/golpe)	Número de plantas/ha
80 cm	50 cm	75,000
	60 cm	62,500
90 cm	50 cm	66,666
	60 cm	55,555

Fuente [17].

c) Riego

Se realiza cada 10 a 12 días, según el clima y tipo de suelo. Es necesario priorizar los riegos durante la floración y el panojamiento. Se recomiendan usar un volumen de agua de entre 8 a 10 mil m^3/ha [31].

d) Fertilización

El incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizantes a aplicar depende principalmente de la densidad de la plantación, del tipo de suelo y de su fertilidad natural.

El cultivo de maíz morado tiene requerimientos altos de potasio, nitrógeno, magnesio, calcio y otros nutrientes, cuya dosis por el

período del cultivo, se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 02. Dosis de fertilización según periodo de cultivo.

Época	Urea (kg)	Súper fosfato triple (kg)	Cloruro de potasio (kg)
Siembra	195,65	217,39	100
Aporque	195,65		
Inicio de floración	195,65		
Total	586,96	217,39	100

Fuente [17].

e) Deshierbo y aporques

Esta actividad se realiza para eliminar las malezas y evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio. Se hacen dos aporques, la primera se efectúa a los 45 días después de la siembra y la segunda 20 a 25 días después del primer aporque, durante los cuales también se eliminan las malezas [31].

f) Cosecha

Cuando los granos tienen entre el 30% al 35% de humedad en relación a lo indicado en la maduración fisiológica, se "tumba" la planta y se deja secar por aproximadamente 4 a 5 días, luego de los cuales se separa la mazorca de la planta [31].

2.2.2.4. Variedades de maíz morado

Chichizola et al. [30]. describen las variedades tradicionales y entre ellas tenemos:

a) Cuzco Morado

Es un maíz de tipo tardío, presenta granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidas. Su rendimiento promedio es de 2 a 4 toneladas por hectárea.

b) Morado Canteño

Es una variedad nativa de 1.80 a 2.50 m de altura, con una precocidad de 110 a 120 días a la floración. Presenta plantas con tallo, hojas, panojas y barbas de color púrpura o morado y se

caracteriza porque en las mazorcas, las tuzas o marlos presentan una fuerte concentración de pigmentos de color morado, tanto en el exterior como en su interior, al igual que el pericarpio de los granos. Los granos son planos y presentan endospermo blanco amiláceo. Las mazorcas, son cilindrocónicas de 15 cm. de longitud y 5 cm. De diámetro, con 8 a 14 hileras. Se le cultiva entre los 500 a 2400 m.s.n.m, en la costa central del departamento de Lima, en especial en las provincias de Canta y Lima, así como en Caraz departamento de Ancash. Su rendimiento promedio es de 2.5 a 4.2 toneladas por hectárea.

c) Morado de Caraz

Usado para ablandar la siembra en Sierra. Su rendimiento promedio de 1.8 a 3.5 toneladas por hectárea.

d) Arequipeño

El color de tusa no es intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores. Su rendimiento promedio es de 2.4 a 3.9 toneladas por hectárea.

e) Negro de Junín

Se siembra en la Sierra Centro y Sur del Perú y puede llegar hasta la Región de Arequipa. Su rendimiento promedio es de 2 a 3.9 t/ha.

2.2.2.5. Variedades mejoradas

Variedades mejoradas del Morado Caraz:

- PMV-581 para siembras de sierra media.
- PMV-582 para siembras de costa central.

Son el resultado de muchas selecciones para incrementar y estabilizar la alta concentración de pigmentos púrpuras o moradas, tanto en el interior como en el exterior de la tuza y pericarpio del grano. Asimismo, el mejoramiento a mayores rendimientos de la variedad original Morado Canteño. Presentan plantas con un promedio de altura de 2m., una precocidad de 90 a 110 días a la floración masculina y dos

mazorcas por planta. Su rendimiento promedio de 2.5 a 4.3 toneladas por hectárea.

2.2.2.6. Producción y exportación de maíz morado en Perú

La producción peruana de maíz morado desde el 2003, mostró un avance en los niveles de producción tanto en superficie cultivada como en rendimiento. El ritmo de crecimiento de la producción promedio anual hasta el 2006 ha sido 19.6%. En dicho año la producción nacional de maíz morado alcanzó a 10.600 toneladas, siendo las principales regiones productoras, Lima (24.2%), Arequipa (21.8%) y Cajamarca (20.6%) [33].

Los principales países destino del maíz morado son: EE.UU. y Japón, quienes en conjunto absorben alrededor del 95% del total exportado. Estados Unidos es el principal comprador de maíz morado, importando 297 mil dólares para el año 2008. Sin embargo, el precio promedio que paga el mercado japonés (US$ 3.01/kg) es mayor al precio promedio del mercado americano (US$ 1.33/kg) [34].

A nivel de subproductos, el principal exportado fue la coronta de maíz morado (26.3% del total de exportaciones de maíz morado y derivados), la cual es demandada no sólo como colorante natural en la industria de alimentos y bebidas, sino para su aplicación en el sector farmacéutico por su alto contenido de antocianina. Le siguieron en importancia los envíos de concentrado de maíz morado (10% del total de envíos), extracto de maíz morado (6.2%) y jugo (4.5%) [35].

2.2.3. Trébol andino (*Medicago hispiga* G.)

2.2.3.1. Clasificación taxonómica

Cardenas [36]. y Eduardo et al. [37]. realizaron la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

Subclase V	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Caesalpinaceae
Género	: Medicago
Especie	: *Medicago híspida* Gaertn
Nombre común	: Cadillo de vaca, carretilla, carretón de amores, trébol carretilla, trébol carretón, trébol de carretilla, trébol de flor

2.2.3.2. Descripción Botánica

El trébol andino, es una planta herbácea de porte semi-erecto, los vástagos débiles ramificados. Raíz pivotante, tallos herbáceos, las hojas son pinnados trifoliadas, alternas, pecioladas y flores amarillas discretas.

Rzedowski [37].y Eduardo et al. [38]. realiza la descripción botánica de la siguiente manera:

a) **Hábito y forma de vida:** Planta de crecimiento rastrero o ascendente, muy ramificado.
b) **Tamaño:** Hasta 60 cm de altura.
c) **Tallo:** Muy ramificado desde la base, ramas angulosas, sin pelos o algo pilosas; estípulas lanceolado-dentadas.
d) **Hojas:** Trifoliadas, con pecíolo de 1 a 9 cm de largo, folíolos obovados u obcordados, de 0,5 a 3 cm de largo, por 0,5 a 2,5 cm de ancho, ápice obtuso o emarginado, margen denticulado hacia al ápice, base cuneada, con muy pocos pelos o sin ellos.
e) **Inflorescencia:** Flores dispuestas en racimos axilares solitarios, más cortos que las hojas.
f) **Flores:** De 1 a 7, de 5 mm de largo, pedicelos muy cortos; corola amarilla.
g) **Frutos y semillas:** El fruto es una legumbre enroscada en espiral, de 4 a 10 mm de diámetro, reticulada, con 2 a 6,5 vueltas, armadas de numerosas espinas; semillas dispersadas en frutos espinosos

enrollados en espiral, semilla reniforme a elíptica de 1,8 a 3,9 mm de largo y 1 a 1,9 mm de ancho, comprimida, de color pardo amarillento, pardo rojizo o pardo negruzco, superficie opaca levemente punticulada.

h) **Plántulas:** Hipocótilo de 25 a 40 mm de largo, cilíndrico, sin pelos; cotiledones de lámina oblanceolada de 6 a 12,5 mm de largo y 2,5 a 4,5 mm de ancho, sin pelos; sin epicótilo; hojas alternas, la primera simple y la segunda compuesta.

2.2.3.3. Fijación biológica del nitrógeno (FBN)

Las contribuciones de las leguminosas sobre la economía del Nitrógeno del suelo, en tres zonas Agroecológicas del oeste de Kenya, fueron catalogadas como de baja, media y alta fertilidad. El uso de la *Mucuna pruriens* como abono verde en plantaciones de maíz, obtuvo una fijación de nitrógeno al suelo entre 42 y 132 kg de N/ha en los suelos de baja fertilidad, entre 67 y 204 kg de N/ha en suelos de mediana fertilidad y entre 74 y 234 kg de N/ha en los suelos con alta fertilidad [39].

Sobre los diferentes usos y beneficios del uso de la *Mucuna pruriens* como abono verde complementada con fertilización mineral, sobre los rendimientos de maíz (*Zea mays*) en cuatro zonas agroecológicas de Uganda, África, permitió obtener un rango en la fijación de Nitrógeno atmosférico entre 34 y 108 kg de N/ha para las cuatros localidades [40].

En las leguminosas se han establecido diferentes índices sobre la capacidad de la fijación biológica del nitrógeno (FBN), tales como el porcentaje de N derivado de la atmósfera, la acumulación de N fijado en los tejidos de la planta (kg ha-1) y la acumulación de N fijado por unidad de producción de la leguminosa (kg N t-1 de MS leguminosa) [41].

2.2.3.4. Criterios de cubertura

Los cultivos de cobertura (CC) son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo, a diferencia de los abonos

verdes, son pastoreados o cosechados. Los residuos de los CC quedan en la superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse. Por otro lado, los CC han sido utilizados tradicionalmente para controlar la erosión pero pueden cumplir múltiples funciones en el sistema de producción. Por ejemplo, son utilizados para reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de C y nitrógeno (N) del suelo, controlar malezas y aportar N mineral al cultivo siguiente [42].

La mayor cobertura de biomasa disponible disminuye la amplitud térmica del suelo superficial, que se traduce en menos pérdida de agua por evaporación. Esto genera una mejora en la eficiencia del uso del agua, que puede aumentar la disponibilidad para el cultivo agrícola [43]. Igualmente, genera una protección contra el impacto de las gotas de lluvia, disminuyendo el proceso erosivo [44]. Los sistemas de cultivos de cobertura juegan un papel importante en la conservación del suelo y en el manejo de la fertilidad. Un ejemplo de esto es el uso de un cultivo de cobertura tradicional, *Medicago hispida* ("garrotilla"), el cual está asociado con patatas o trigo en las tierras altas de Bolivia. La garrotilla tiene un papel importante en la alimentación del ganado [45]. Además el establecimiento de cultivos de cobertura, involucra una adición de materia orgánica fresca al suelo, la cual es aprovechada por los organismos edáficos como fuente de nutrientes [46].

2.2.4. Guano de las islas

El guano de las islas es descrita por AGRO RURAL [47]. y se muestra a continuación:

2.2.4.1. Origen

El Guano de las islas se origina por la acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocórax bouganinvilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelícano (*Pelecanus thagus*).

2.2.4.2. Mineralización

Por su ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el Guano de las Islas sería lavado, pero debido al ingreso del agua fría de la corriente de Humbolt proveniente del Sur, modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y escasa precipitación. Bajo estas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando las sustancias complejas en más simples, liberando en este proceso una serie de sustancias nutritivas.

2.2.4.3. Propiedades del guano de las islas

a. Es un fertilizante natural y completo

Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.

b. **Es un producto ecológico**

No contamina el medio ambiente.

c. Es biodegradable

El Guano de las islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.

d. Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo

En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

e. Es soluble en agua

De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).

f. Tiene propiedades de sinergismo

En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el Guano de las islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento del Guano de las Islas + estiércol.

g. El guano de las islas un fertilizante natural

El Guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el adecuado crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Contiene macro y micronutrientes.

Cuadro N° 03. Riqueza en nutrientes del guano de las islas.

ELEMENTO	FORMULA /SÍMBOLO	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fosfato	P_2O_5	10 – 12 %
Potasio	K_2O	2 – 3 %
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0,50%
Azufre	S	1,50%
Hierro	Fe	0,032%
Zinc	Zn	0,0002%
Cobre	Cu	0,024%
Manganeso	Mn	0,020%
Boro	B	0,016%

Fuente [47].

h. Disponibilidad de nutrientes

Del Nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica. Con respecto al fosforo, el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% se encuentra en forma orgánica. El ácido ortofosfórico es soluble en citrato de amonio, funciona en suelos de pH ácido y suelos con alto contenido de materia orgánica.

Cuando se aplica el Guano de las islas, en promedio 35% de Nitrógeno y 56% de Fósforo están disponibles para la absorción

inmediata por las plantas, y la forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

El Guano de las islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de "organismo viviente". Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo de *Nitrosomonas* y *Nitrobácter*, la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobácter* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el Nitrógeno del suelo.

2.3. HIPÓTESIS

El empleo de Guano de islas y el trébol (*Medicago hispida* G.) mejoran el rendimiento del maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho.

2.4 Variable de estudio

2.4.1. Porcentaje de emergencia del maíz morado

Se evaluó según lo descrito por Borja [5]. a los 15 días después de la siembra. Se contó el número total de plantas emergidas por tratamiento.

2.4.2. Altura de planta de maíz morado

Se evaluó según lo descrito por Quispe et al. [4]. en 10 plantas tomadas al azar por tratamiento, a 30, 70 y 110 días después de la siembra. Se midió del nivel de cuello de planta hasta la hoja más larga.

2.4.3. Humedad y temperatura del suelo

La humedad y la temperatura en la capa arable del suelo (20 cm de profundidad) se evaluó según lo descrito por Sanclemente [8]. a 30, 70, 110 días después de la siembra. Para la cuantificación del % de humedad del suelo se empleó el método gravimétrico descrito por Quillca y Rubelo [48].

2.4.4. Peso seco foliar del trébol

La materia seca foliar se evaluó según lo descrito por Quillca y Rubelo [48]. que consiste en muestrear 1 m^2 por unidad experimental y secar en la estufa a 72 °C por 96 horas. Para el experimento se realizó al momento de la cosecha del maíz (a los 110 días de emergencia del trébol).

2.4.5. Peso seco foliar del maíz

Se evaluó según lo descrito por Quillca y Rubelo [48]. durante tres momentos del ciclo vegetativo del cultivo, se tomaron al azar 5 plantas por unidad experimental a 30, 70 y 110 días después de la emergencia, las muestras se secaron en la estufa a 72 °C por 96 horas.

2.4.6. Rendimiento del maíz morado

El rendimiento del maíz morado se realizó según lo descrito por Zambrano [49]. Se cosecharon el total de plantas por unidad experimental, el promedio por planta se elevó a rendimiento por hectárea.

2.4.7. Análisis foliar del trébol

El muestreo foliar del trébol se realizó según la metodología propuesta por Barbazan [50]. a los 110 días de emergencia de plantas.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó durante la campaña chica del 2014 (agosto a diciembre), en la comunidad de Azángaro, localizada en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.

3.1.1. Ubicación política

Región	: Ayacucho
Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huanta
Distrito	: Luricocha
Comunidad	: Azángaro

3.1.2. Localización geográfica

Latitud Sur	: 12º 37' 50"
Longitud Oeste	: 34' 17" 71º
Altitud	: 2624 m.s.n.m.

3.1.3. Factores Climáticos

Temperatura Promedio	: 16 ºC
Humedad relativa	: 60%
Precipitación promedio anual	: 700mm.

3.1.4. **Análisis de suelos** : Caracterización

Solicitante : MELVIN POZO HUILLCA

Departamento : AYACUCHO — Provincia : HUANTA
Distrito : LURICOCHA — Predio : AZANGARO
Referencia : H.R. 46797-092C-14 — Bolt.: 11412 — Fecha : 22/09/14

Número de Muestra		pH	C.E.	$CaCO_3$	M.O.	P	K	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
Lab	Claves		(1:1)					Arena	Limo	Arcilla	Textural		Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	$Al^{+3} + H^{+}$	de	de	Sat. De
		(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g						Cationes	Bases	Bases
16086	Lázaro Pozo Mercado, Parcela Huaper	7,93	0,50	25,30	2,32	5,5	320	41	31	28	Fr.Ar.	21,12	15,54	4,00	1,26	0,32	0,00	21,12	21,12	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendezú
Jefe del Laboratorio

3.2. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación corresponde al tipo experimental. Está orientado a conocer sobre la influencia del empleo del trébol y del guano de islas en el rendimiento del maíz morado.

3.3. Nivel de investigación

El presente trabajo corresponde al nivel de investigación aplicada.

3.4. Método de investigación

Durante el proceso de la investigación se empleó el método Inductivo – Deductivo. Su procedimiento nos permitió probar el empleo del trébol y del guano de islas en el rendimiento del maíz morado.

3.4.1. Material experimental

- ✓ Trébol andino (*Medicago hispida* G.)
- ✓ Guano de islas

3.4.2. Material vegetal

Se empleó maíz morado Variedad Canteño. Esta variedad está adaptada a la zona maicera de Azangaro – Luricocha. La familia Pozo Huillca, selecciona su propia semilla que proviene de la cosecha anterior y generalmente lo toman los granos de la parte media de la mazorca.

3.4.3. Momento de aplicación del guano de islas

Cuadro N° 04. Momento y dosis de aplicación del guano de islas (GI) y frutos de trébol andino (TA).

N°	Tratamientos	Momento de aplicación	Dosis de aplicación
01	Trébol andino	Aporque	4,5 kg de fruto de TA/parcela
02	Guano de isla NPK (80- 60-60).	En la siembra y en el aporque	3,5 kg de GI/parcela
03	Guano de islas NPK (80- 60-60). Más Trébol andino	Guano de isla (En la siembra y en el aporque) y el trébol (en el aporque)	3,5 kg de GI/parcela más 4,5 kg de fruto/parcela
04	Testigo	----------	----------

Los tratamientos se sometieron en parcelas experimentales de 42 m², en dichas parcelas se instalaron el cultivo de maíz morado como se detalla a continuación:

A. **Fecha de siembra:** 01 de agosto del 2014.

B. **Método de siembra.** Se realizó en surcos a una densidad de siembra de 0,80 m entre surcos, 0,50 m entre plantas, se depositó 02 semillas por golpe, lo que representa una población de 3360 plantas en 672 m².

C. **Variedad:** Se empleó semilla de la variedad morado canteño.

D. **Abonamiento:** El abonamiento del maíz morado se realizó en la siembra y aporque para los tratamientos T1 y T3. Se empleó 80-60-60 de NPK. Como fuente de nitrógeno y fósforo se empleó el Guano de islas. La dosis de potasio se complementó a base de cloruro de potasio.

E. **Instalación del trébol asociado al cultivo de maíz morado:** La aplicación de los frutos de trébol andino se realizó en el momento del aporque en los tratamientos T2 y T3. Se empleó 4,5 kg fruto de TA/unidad experimental.

Figura 01. Siembra del trébol andino en el aporque del maíz morado.

F. **Riego.** Se realizó con una frecuencia de 8 días, durante el ciclo del cultivo.

Figura 02. Aplicación de riego por gravedad en la siembra del maíz morado

G. Cosecha de maíz morado. La cosecha se realizó cuando el maíz presentó una humedad aproximada del 30%. Esta actividad en Azángaro inicia con el corte de las plantas de maíz y el proceso del despanque se realiza al día siguiente.

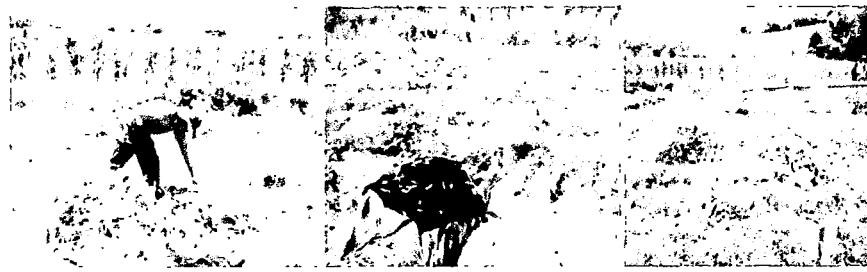


Figura 03. Corte y cosecha de maíz morado

3.5. Diseño de la Investigación

El experimento se condujo bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 04 tratamientos y 04 repeticiones. Para realizar la comparación de medias se empleó la prueba estadística de Tukey al 5%.

- **El modelo estadístico del DBCA es :**

  Yij : u + Bi + Tj + eij

  Dónde:

  Yij : variable respuesta del j-ésimo tratamiento en la i-ésima repetición.

  u : Media general

  Bi : Efecto de la i-ésima repetición

  Tj : Efecto de la j-ésimo tratamiento

  eij : Efecto del error experimental

- **Tratamientos**

  Se empleo 04 tratamientos y los que fueron distribuidos al azar en las unidades experimentales (ver Croquis experimental).

  Cuadro N° 05. Tratamientos en estudio

N°	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	CLAVE
1	Guano de islas NPK (80- 60-60).	(GI)	T1
2	Trébol Andino 200 kg de fruto TA/ha	(TA)	T2
3	Guano de islas (80- 60-60) más 200 kg de fruto TA/ha	(GI) + (TA)	T3
4	Testigo	T	T4

- **Croquis, medidas y distribución de los tratamientos**

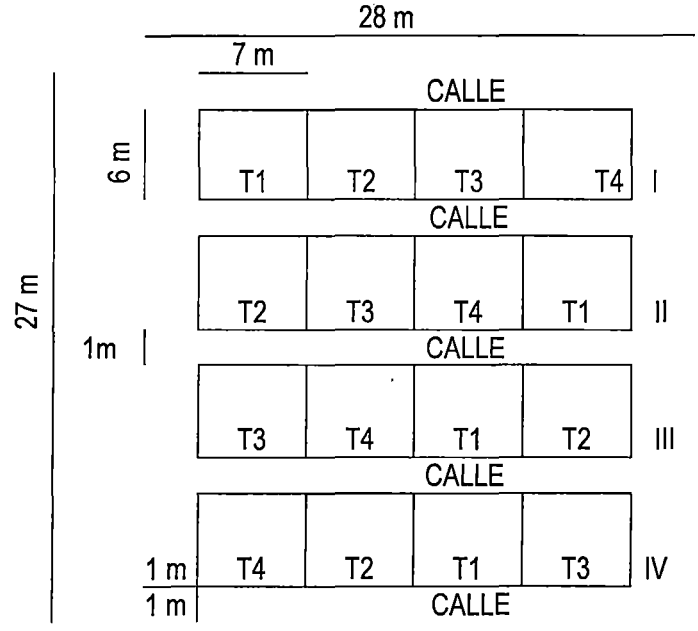


Figura N° 04. Distribución de tratamientos en las unidades experimentales.

- **Parámetros evaluados**

Cuadro N° 06. Parámetros evaluados.

Variables evaluadas	Etapa fenológica	Escala
% de emergencia de plantas	15 días después de la siembra	%
Altura de planta	30, 70 y 110 días después de la siembra	cm
% Humedad gravimétrica del suelo	30, 70 y 110 días después de la siembra	%
Temperatura del suelo	30, 70 y 110 días después de la siembra	°C
Peso seco foliar del trébol	110 días después de la siembra	g
Peso seco foliar del maíz	30, 70 y 110 días después de emergencia	g
Rendimiento del maíz	Cosecha	kg
Contenido micro y macro nutrientes en la biomasa foliar del trébol	100 días de emergencia de plantas de trébol	%, ppm.

3.6. Población, Muestra, Muestreo

3.6.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por 3360 plantas de maíz morado.

3.6.2. Muestra

El tamaño de muestra fue de 10 plantas para altura de planta y 5 plantas de maíz morado para materia seca foliar.

3.6.3. Muestreo

El tipo de muestreo fue el simple – aleatorio.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar. Los instrumentos empleados fueron la hoz, tijera de podar, cinta métrica, contómetro, balanza de precisión, geotermómetro, estufa y otros.

3.7.1. Porcentaje de emergencia de plantas

En cada parcela experimental y por tratamiento se contabilizó el total de plantas emergidas a los 15 días después de la siembra (DDS).

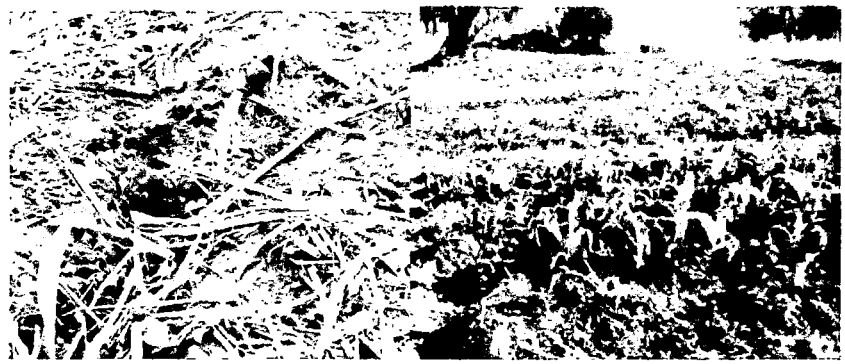


Figura 05. Proceso de conteo de emergencia de plantas de maíz morado.

3.7.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo

Para determinar el % de humedad gravimétrica del suelo se han extraído muestras de suelo del perfil de 20 cm de profundidad. Estas muestras se tomaron según las fechas de muestreo y se secaron en la estufa a 105°C por un periodo de 72 horas.

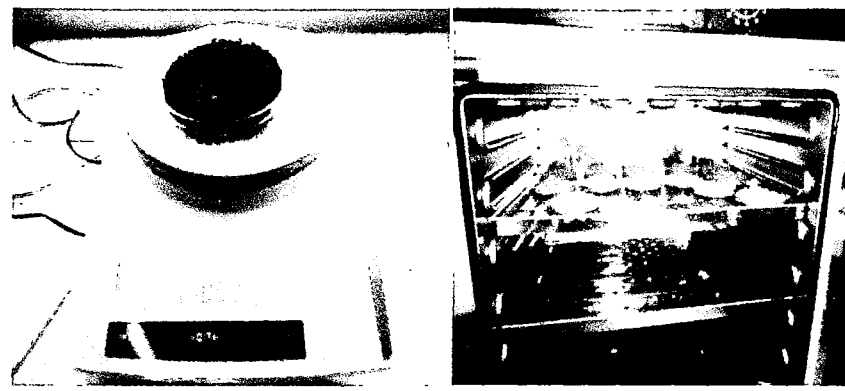


Figura 06. Peso de suelo y su secado para calcular el % de humedad gravimétrica del suelo.

3.7.3. Determinación de la temperatura del suelo

La temperatura del suelo se midió a una profundidad de 15 cm utilizando geotermómetros.

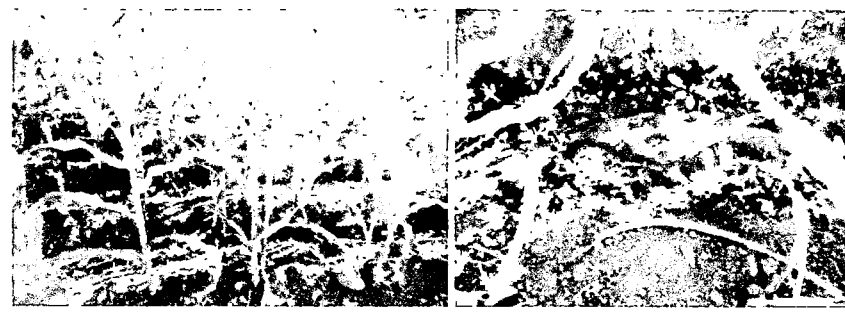


Figura 07. Evaluación de la temperatura del suelo

3.7.4. Altura de planta de maíz morado

La altura de planta se midió desde el cuello de planta hasta la hoja más larga, se empleó cinta métrica y se evaluó a 30, 70, y 110 DDS.

Figura 08. Medición de altura de planta de maíz morado.

3.7.5. Peso seco foliar del trébol

Para determinar el peso seco foliar del trébol se realizó el corte del follaje en una extensión de 1 m^2 y posteriormente se llevó para su secado en la estufa a 72°C por un periodo de 72 horas.

Figura 09. Secado en la estufa de la biomasa de trébol andino

3.7.6. Peso seco foliar del maíz

Para determinar el peso seco foliar del maíz se han extraído 5 plantas al azar por unidad experimental y tratamiento, a los 30, 70 y 110 DDS. Esta biomasa se sometió a su secado en la estufa a 72°C por 96 horas.

Figura 10. Secado de la biomasa foliar del maíz morado

3.7.7. Rendimiento del maíz morado

El rendimiento del maíz morado se determinó al cosechar todas las plantas de de cada unidad experimental. Los pasos a seguir fueron: corte, despanque y pesado expresado en kg.

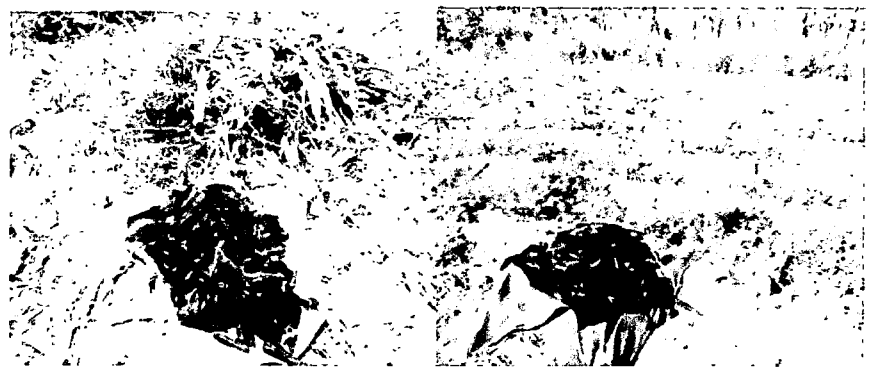


Figura 11. Cosecha de maíz morado en Azángaro, Huanta, 2014.

3.7.8. Análisis foliar del trébol

Para realizar el análisis foliar del trébol se cortaron las plantas en la etapa de floración y luego fueron enviados al laboratorio de Suelos, Plantas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

3.8. Procedimiento de recolección de datos

3.8.1. Porcentaje de emergencia

Una vez contabilizado el número de plantas emergidas en cada unidad experimental, se procedió a calcular el % de emergencia de plantas.

Se empleó la siguiente relación.

Y.....100%

N.....X

Dónde:

Y = N° total de semillas sembradas por unidad experimental.

N = Número de plantas emergidas.

X = % de plantas emergidas

3.8.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo

Una vez obtenido el peso seco del suelo a la estufa, se procedió a determinar el % de la humedad gravimétrica empleando la siguiente fórmula:

$$Porcentaje\ (\%)Hg = \frac{(Psh - Pss)}{Pss} * 100$$

Donde:

- % Hg : Porcentaje de humedad gravimétrica.
- Psh : Peso de suelo húmedo.

- ❖ Pss : Peso de suelo seco.

3.8.3. Determinación de la temperatura del suelo

Una vez introducido el geotermómetro a una profundidad de 15 cm se esperó por un periodo de 5 minutos para tomar la lectura, los resultados se expresan en °C. Se tomaron 06 datos por cada unidad experimental, cuyo promedio se emplea para los análisis estadísticos.

3.8.4. Altura de planta de maíz morado

La cuantificación de la altura de planta del maíz morado en las fechas establecidas, se tomaron al azar en 10 plantas y se midieron su altura desde el cuello de planta hasta la hoja más larga y se expresó centímetros.

3.8.5. Peso seco foliar del trébol

Una vez obtenido la materia seca foliar del trébol se procedió a su pesado empleando una balanza de precisión y se expresó en gramos.

3.8.6. Peso seco foliar del maíz morado

Una vez obtenido la materia seca foliar del maíz morado para cada tratamiento se procedió con su pesado empleando una balanza de precisión y se expresó en gramos.

3.8.7. Rendimiento del maíz morado

Una vez realizado el despanque se procedió a pesar la cosecha en cada unidad experimental, cuyos resultados se expresaron en kg.

3.8.8. Análisis foliar del trébol

El contenido de minerales de la biomasa foliar del trébol se obtuvieron en los reportes de análisis foliar del Laboratorio de Suelos, Plantas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria, La Molina.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa de Minitab versión 17. En todos los casos se tomaron en cuenta los supuestos para la realizar el Análisis de Varianza (ANVA). Para las comparaciones de medias se empleó la prueba de TUKEY con un valor de alfa = 0,05. Además se empleó herramientas de la estadística descriptiva para la presentación de datos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa de Minitab versión 17. En todos los casos se tomaron en cuenta los supuestos para realizar el Análisis de Varianza (ver en anexo).

4.1.1. Porcentaje de emergencia de plantas

El análisis de varianza para el % de emergencia de plantas de maíz morado no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos y bloques (cuadro N° 7).

Cuadro N° 07. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	*Valor p	Sig.
Tratamiento	3	0,005460	0,001820	0,95	0,456	N.S
Bloque	3	0,008936	0,002979	1,56	0,267	N.S
Error	9	0,017232	0,001915			
Total	15	0,031628				
CV: 3,85%	Media:1,1931		S: 0,0459			

*. Valor de P (α: 0,05)

4.1.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo

El análisis de varianza para el % de humedad gravimétrica (Hg) del suelo muestra que a los 30 DDS los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas. En cambio, para las demás evaluaciones (70 DDS y 110 DDS) si presentan diferencias estadísticas. En todas las etapas de evaluación para los bloques no presentan diferencia estadísticas (Cuadro 08).

Cuadro N° 08. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

% de humedad gravimétrica del suelo										
Evaluación		30 DDS			70 DDS			110 DDS		
Fuente	GL	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.
Tratamiento	3	0,0002	0,935	NS	0,0030	0,011	*	0,0035	0,007	*
Bloque	3	0,0011	0,522	NS	0,0004	0,463	NS	0,0007	0,277	NS
Error	9	0,0013			0,0004			0,0005		
Total	15									
C.V.		5,78%			5,61%			6,29%		
S		0,032449			0,03077			0,03325		
X		0,56238			0,54851			0,52852		

*. Valor de P (α: 0,05)

Cuadro N° 09. Comparación de medias entre los tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para el % de Hg del suelo a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

% de humedad gravimétrica del suelo					
70 DDS			110 DDS		
Trat.	Media	Agrupac.	Trat.	Media	Agrupac.
3	0,5857	A*	2	0,5564	A*
2	0,5526	A*	3	0,5514	A*
4	0,5285	B*	4	0,5069	B*
1	0,5272	B*	1	0,4994	C*

*. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.3. Determinación de la temperatura del suelo

El análisis de varianza para la temperatura del suelo presenta diferencias estadísticas sólo para los 110 DDS. Para los bloques no presentan diferencias estadísticas en las tres etapas de evaluación (Cuadro 10).

Cuadro N° 10. Análisis de varianza de temperatura del suelo a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Temperatura del suelo en °C										
Evaluación		30 DDS			70 DDS			110 DDS		
Fuente	GL	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.
Tratamiento	3	0,0044	0,360	NS	0,0021	0,499	NS	61,236	0,000	*
Bloque	3	0,0047	0,331	NS	0,0065	0,491	NS	2,488	0,182	NS
Error	9	0,0036			0,0025			1,232		

Total	15			
C.V.		2,83%	1,11%	19,52%
S		0,561	0,0486	3,672
X		19,819	4,3924	18,814

*. Valor de P (α: 0,05)

Cuadro N° 11. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Temperatura del suelo en °C			
110 DDS			
.TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	4	22,5625	A*
1	4	21,8000	A*
2	4	15,8300	B*
3	4	15,0650	B*

*. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.4. Altura de planta de maíz morado

El análisis de varianza para altura de planta del maíz morado muestra diferencias significativas entre tratamientos solamente a los 30 DDS. En cambio para bloques presenta diferencias estadísticas a los110 DDS (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de planta del maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

Altura de planta										
Evaluación		30 DDS			70 DDS			110 DDS		
Fuente	GL	MC	* Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.
Tratamiento	3	165.827	0,000	*	260,9	0,561	NS	26,89	0,660	NS
Bloque	3	9,457	0,283	NS	488,4	0,316	NS	433,96	0,005	*
Error	9	6,360			358,8			48,86		
Total	15									
C.V.		12,35%			9,70%			4,84%		
S		6,23			19,11			11,02		
X		50,49			196,96			227,58		

*. Valor de P (α: 0,05)

Cuadro N° 13. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para altura de planta de maíz morado a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Altura de planta			
30 DDS			
.TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	56,800	A*
1	4	55,175	A*
2	4	46,000	B*
4	4	43,975	B*

*. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

4.1.5. Peso seco foliar del trébol (*Medicago hispiga G.*)

El análisis de varianza para materia seca foliar del trébol a 110 DDS presenta diferencias estadísticas entre los tratamientos. En cambio para bloques no presenta diferencias estadísticas (Cuadro 14).

Cuadro N° 14. Análisis de varianza para materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga* G.) a 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Fuente	GL	SC	MC	*Valor F	Valor p	Sig.α : 0,05
Tratamiento	3	805,631	268,544	45,95	0,000	*
Bloque	3	8,484	2,828	0,48	0,702	NS
Error	9	52,593	5,844			
Total	15	866,707				
CV: 94.05	Media: 8,08		S: 7.60			

*. Valor de P (α: 0,05)

Cuadro N° 15. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga* G.) a 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

.TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
2	4	15,7837	A
3	4	14,5459	A
4	4	1,0000	B
1	4	1,0000	B

*. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.6. Peso seco foliar del maíz morado

El análisis de varianza para peso seco foliar del maíz morado a los 30 DDS indica que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, en cambio para las demás evaluaciones no presentan diferencias estadísticas. Para los bloques no presentan diferencia estadísticas en las tres etapas de evaluación (Cuadro 16).

Cuadro N° 16. Análisis de varianza de peso seco foliar de maíz morado a 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Peso seco foliar de plantas de maíz morado en g										
Evaluación		30 DDS			70 DDS			110 DDS		
Fuente	GL	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.	MC	*Valor P	Sig.
Tratamiento	3	0,70810	0,011	*	2,5113	0,487	NS	5,650	0,195	NS
Bloque	3	0,08654	0,514	NS	0,9477	0,802	NS	2,553	0,491	NS
Error	9	0,10520			2,8513			2,928		
Total	15									
C.V.		17,86%			8,49%			6,51%		
S		0,417			1,550			1,843		
X		2,638			18,263			28,300		

*. Valor de P (α: 0,05)

Cuadro N° 17. Comparación de medias entre tratamientos mediante el rango múltiple de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a los 30, 70 y 110 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Peso seco foliar de plantas de maíz morado en g			
30 DDS			
.TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	3,0899	A*
1	4	2,9035	AB*
4	4	2,2887	B*
2	4	2,2715	B*

*. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

4.1.7. Rendimiento del maíz morado

El análisis de varianza para el rendimiento de plantas de maíz morado a 140 DDS no presenta diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques (cuadro N° 18).

Cuadro N° 18. Análisis de varianza para rendimiento de maíz morado por hectárea a 140 DDS en Azángaro, Huanta. 2014.

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	*Valor p	Sig.α : 0,05
Tratamiento	3	1014348	338116	0,39	0,762	NS
Bloque	3	540530	180177	0,21	0,888	NS
Error	9	7777763	864196			
Total	15	9332641				
CV: 10,01%	Media: 7880		S: 789			

*. Valor de P (α: 0,05)

4.1.8. Análisis foliar del trébol

Solicitante : Melvin Pozo Huillca

Procedencia : Ayacucho/ Huanta/ Luricocha/ Azangaro

Muestra De : Trébol

Referencia : H.R. 48530

Factura : Emitida

N. Lab. : 940

Fecha : 10/02/2015

Elementos	Unidad	Valor
N	%	4,98
P	%	0,43
K	%	2,27
Ca	%	1,73
Mg	%	0,34
S	%	0,22
Na	%	0,13
Zn	ppm	23
Cu	ppm	12
Mn	ppm	79
Fe	ppm	329
B	ppm	98
M.S.	%	18,62

Fuente: Laboratorio de suelos, plantas y fertilizantes, UNALM.

4.2. Discusión

4.2.1 Porcentaje de emergencia

Para el porcentaje de emergencia de plantas los tratamientos T1, T2, T3 y T4 no muestran diferencias. Sin embargo, el mayor porcentaje de emergencia se logró en el tratamiento T3 (88,26609%), mientras que el menor porcentaje se alcanzó con el tratamiento T2 (84,5825%) (Fig. 12).

Los valores encontrados para el porcentaje de emergencia de plantas son similares a los reportados por Borja [5]. quien encontró en la variedad B porcentaje de emergencia de plantas de maíz morado entre el 7,.43 y 99,43%, mientras que en la variedad A alcanzó 81.65 y 98.51% de emergencia de plantas.

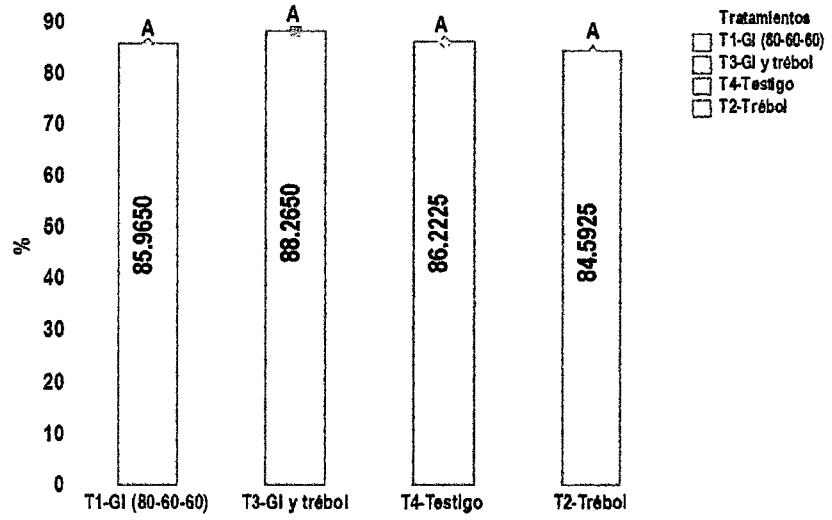


Figura 12. Porcentaje de emergencia de plantas de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.2. Porcentaje de humedad gravimétrica (Hg) del suelo

Los valores del % de humedad gravimétrica para 30 DDS y 70 DDS no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. En cambio para 110 DDS los tratamiento T2 y T3 presentaron valores de 27.9025 % Hg y 27.4925 % Hg, respectivamente. Estos valores presentan diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos (T1 y T4) (Fig. 13). Esta diferencia se atribuye a la cobertura generada por el trébol. Indica que la cobertura generada

por las plantas logra incrementar contenidos de humedad del suelo alrededor del 15% [8].

La reducción de la evaporación del agua, promovida por la cobertura del trébol, mejora el almacenamiento de la humedad en el suelo y tiene una ventaja significativa, porque evita el stress del cultivo [53]. Asimismo, esta reducción de la evaporación del agua desde el suelo, ayuda a mantener estable la temperatura del suelo [54].

La conservación de la humedad en el suelo proveniente del agua de lluvia en las chacras de las familias campesinas es crucial para la producción de alimentos, dado que la mayor parte de la producción de cosechas en la Sierra peruana se desarrolla en secano (70%) [55]. por lo que el empleo de la cobertura vegetal es vital, no solamente para la familias campesinas, sino para todas las familias que dependemos de estas cosechas para nuestra alimentación.

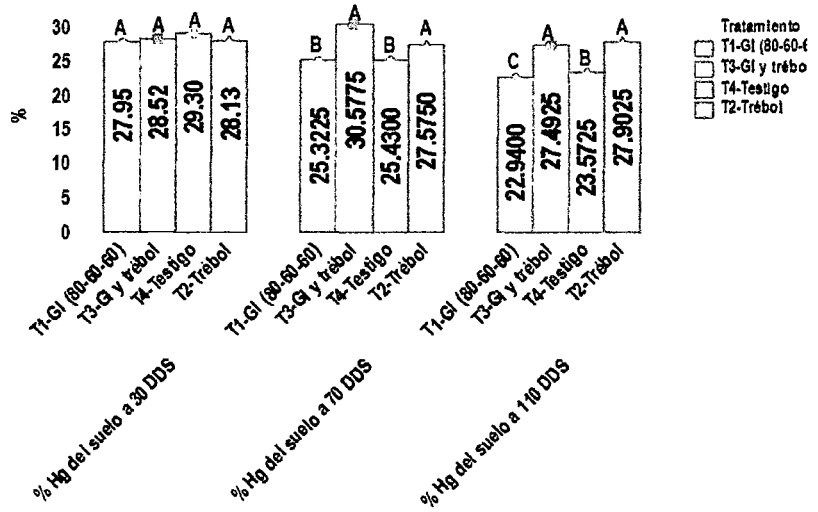


Figura 13. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la conservación de la humedad del suelo, medido como % de Hg del suelo en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.3. Temperatura del suelo (°C)

Los valores promedios de temperatura del suelo a 30 DDS no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. En cambio, para 70 DDS y 110 DDS presentan diferencias estadísticas entre tratamientos.

Los cultivos de cobertura reducen la temperatura del suelo y la trasmisión de la luz a la superficie del suelo, lo que reduce la emergencia de malezas [56,57]. El cultivo de cobertura reduce la temperatura superficial del suelo y la evaporación del agua [58]. Por el contrario, el contenido de agua de un suelo sin cobertura decrece con el incremento de la temperatura del suelo.[59] De esta manera el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la evaporación y mermar el agua almacenado, con ello merma la producción de cosechas. Además, el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la madurez de las cosechas y reducir la producción [60].

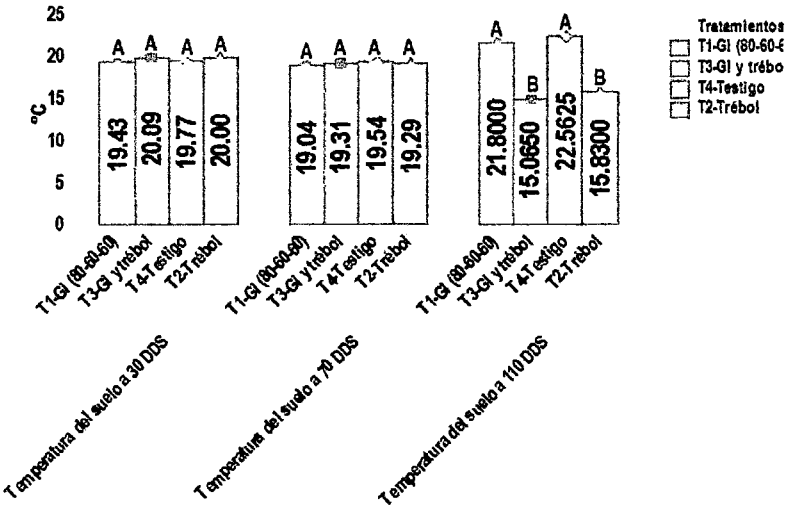


Figura N° 14. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la temperatura del suelo en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.4 Altura de planta

Los resultados promedios de altura de planta del maíz morado variedad canteño a los 30 DDS para los tratamientos T3 y T1 presentan valores de 56,80 cm y 56,17 cm, respectivamente. Mientras valores menores se lograron en los tratamientos T4 y T2 con 46 cm y 43.97 cm, respectivamente. Para esta fecha de evaluación presentan diferencias estadísticas entre tratamientos; en cambio para 70 DDS y 110 DDS no muestras diferencias significativas entre los tratamientos (Fig. 15).

La mayor altura de planta lograda a los 30 DDS en T3 y T1, posiblemente se debe al efecto de la aplicación del guano de islas, dado que ambos tratamientos recibieron este aporte en el momento de la siembra. El guano de islas es un fertilizante natural que promueve el crecimiento de las plantas [47].

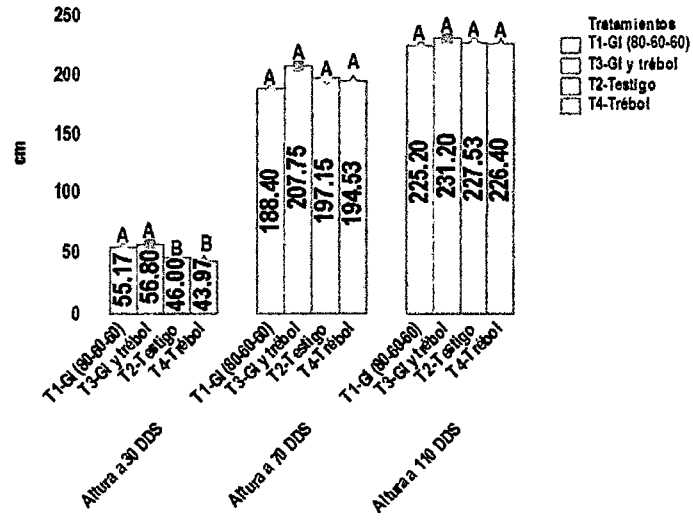


Figura 15. Altura de planta de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

Por otro lado, los valores superiores de altura de planta de maíz morado (variedad canteño) se han encontrado en los diferentes tratamientos, con respecto a los reportados por Quispe et al. [4]. y Quintanillla et al. [51]. posiblemente esta superioridad se debe a varios factores entre ellos, el clima del valle de Huanta (alta temperatura y tiempos prolongados de horas sol), la aplicación del riego y la fertilización con el guano de islas.

La dosis empleada tiene un efecto al inicio del cultivo y es insuficiente para conservar esa superioridad conforme transcurre el tiempo y se comporta como los tratamientos sin aplicación del guano de islas. Por otro lado, El suelo empleado en el experimento, visto desde una perspectiva de fertilidad química, es un suelo pobre en fósforo, sin embargo, tiene la capacidad de aportar el P necesarios para el crecimiento del cultivo de los tratamientos que no recibieron aporte de guano de islas. En suelos pobres en P, como estos suelos, la interacción bacteria-micorriza tendría un rol preponderante, dado que las bacterias de vida libre mediante sus numerosos mecanismos de acción

solubilizadora pueden liberar iones fosfato, y contribuir así con un incremento de fosfato en el suelo disponible para que las hifas de la micorriza puedan pasar a la planta [52].

4.2.5. Materia seca foliar del trébol (*Medicago hispiga* G.)

Los tratamientos T3 y T2 donde se empleó *Medicago hispiga* G. produjo una biomasa seca de 217,68 g/m^2 y 258,30 g/m^2, respectivamente. Encontraron valores superiores que varían entre 332,47 g/m^2 y 331,29 g/m^2 de peso seco foliar del trébol andino. La menor producción de biomasa seca de *Medicago hispiga* G. en este experimento estaría atribuido a época de siembra [48]. Se instaló en campaña chica y las plantas de trébol crecieron aprovechando solamente el agua de riego. Instalo el experimento en campaña grande, donde la humedad de la lluvia es más copiosa y tendería a favorecer en la producción de biomasa, además de otros factores como la fertilidad del suelo [48].

La biomasa foliar producida protege al suelo de la erosión, mejora las propiedades del suelo, incrementa la fertilidad del suelo, suprime las malezas, fija N, incrementa el contenido de la materia orgánica del suelo, incrementa la producción de cosechas, recicla nutrientes, previene el lavado de nutrientes y mejora la calidad del agua, minimiza el transporte del suelo, provee nutrientes al siguiente cultivo, mejora la productividad del suelo, incrementa la actividad de los organismos, reduce la compactación del suelo, facilita la aireación, incrementa la retención del agua y transmisión, asimismo incrementa el pool de nutrientes, incrementa la disponibilidad del N para los siguientes cultivos y reduce el uso de fertilizantes inorgánicos, mejora la resiliencia del suelo, mejora el habitad de la vida silvestre e incrementa la biodiversidad, secuestra el carbono y reduce la emisión de los gases de efecto invernadero, reduce la contaminación y otros [59].

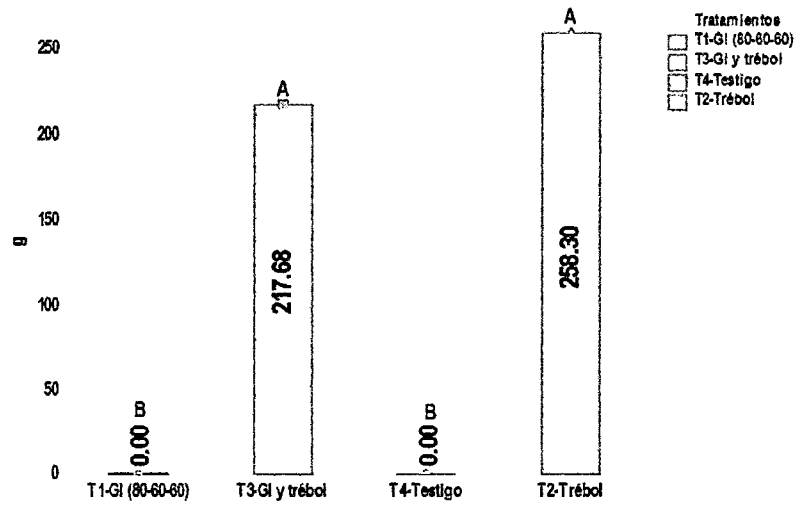


Figura 16. Producción de materia seca foliar de *Medicago hispiga G.en g/m²* asociado al maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.6 Peso seco foliar de plantas de maíz morado

Los pesos promedio de la biomasa foliar de maíz morado a los 30 DDS para los tratamiento T3 y T1 presentaron valores más altos, 9,57 g y 8,54 g, respetivamente, mientras que valores inferiores se lograron en T4 y T2 con 5,40 g y 5,17 g, respectivamente (Fig. 17). Para esta etapa de muestreo los tratamientos en estudio presentan diferencias significativas. Esto es coherente, dado que los tratamientos T3 y T1 en esta misma etapa de evaluación presentaron valores más altos en altura de planta. Resultados similares fueron reportados por Quillca y Rubelo [48].

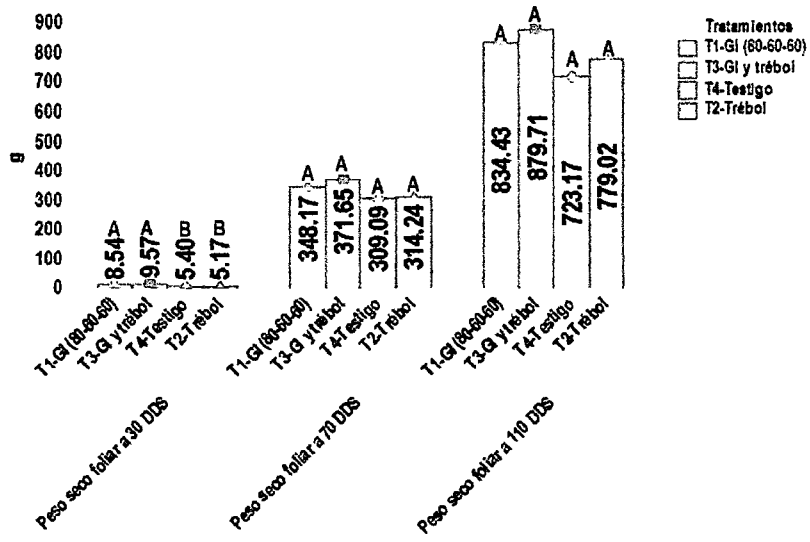


Figura 17. Peso seco foliar de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.7. Rendimiento del maíz morado

La siembra de maíz morado Var. Canteño utilizando dosis baja de fertilización (80-60-60) de NPK a base de Guano de Isla y complementado con cloruro de potasio y el empleo de trébol como cultivo de cobertura, en la comunidad de Azángaro, no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos; no obstante, el mayor rendimiento se ha logrado con T3 (8224 kg/ha), en los demás tratamientos T1, T2 y T4 se han logrado obtener 7968, 7789 y 7535 kg/ha de maíz morado, respectivamente. Valores similares de rendimiento se han reportado por Caballero [3]. para las condiciones de Chiua – Huanta – Ayacucho, en siembras de campaña grande, quién alcanzó producir 9532 kg/ha de maíz morado empleando una dosis de fertilización de 3 t/ha guano de isla (360-300-60) de NPK y 9276 kg/ha al aplicar 180-180-120 unidades de NPK. Igualmente, Velapatiño [2]. para las condiciones de Canaan – Ayacucho, en campaña grande, encontró rendimientos de maíz morado de 13855 kg/ha con una dosis de abonamiento de 140-80-80 de NPK y 11935 kg/ha con la aplicación de 1 t/ha de guano de isla.

Aunque los rendimientos en siembras de campaña chica son un tanto menores, pero el precio de venta es superior a las cosechas de campaña grande. El T1, T2 y T3 es superior al testigo en 433 kg, 254 kg y 689 kg de

maíz morado, que al precio de venta de S/. 2,0 nuevos soles en chacra, reportan un ingreso de S/. 866, S/. 508 y S/. 1378 nuevos soles, respectivamente. Si a este ingreso se suma el aporte de la biomasa seca del trébol, tanto en carbono, nitrógeno y otros minerales, y los efectos que genera esta leguminosa como cultivo de cobertura, el ingreso neto por el empleo del trébol es muy superior, por lo que, no se debe singularizar estrictamente al rendimiento obtenido, sino a todo la incidencia que genera el trébol como cultivo de cobertura para promover la sostenibilidad de la producción de las chacras maiceras.

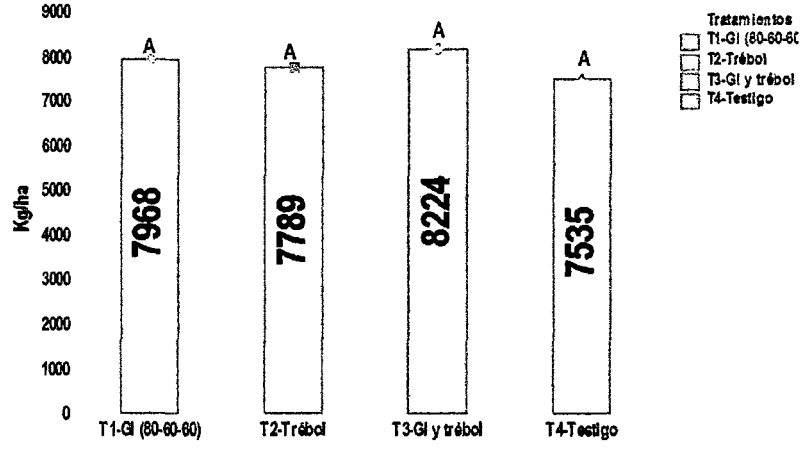


Figura N° 18. Rendimiento por hectárea del maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

4.2.8. Análisis foliar del trébol

La producción de biomasa de trébol para T2 y T3 fueron en promedio 2.580 y 2.177 t/ha de materia seca, con una concentración de 4,98% de N, que en términos de contenido de N es 128,48 y 108,41 kg de N/ha/campaña. Al respecto, el empleo de leguminosas como cultivo de cobertura suministra entre 50 y 300 kg de N/ha [61,62]. De hecho, a parte de aprovisionar N provee el pool de otros macro y micronutrientes nutrientes y demás efectos benéficos [59].

CONCLUSIONES

Para las condiciones en las que se llevó acabo el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Las dosis bajas de guano de isla, influyen solamente en las primeras etapas de su ciclo vegetativo (30 DDS) del maíz morado, tanto en altura de planta como en la acumulación de la materia seca.
- ✓ El empleo del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura, contribuyen a la conservación de la humedad y reducción de temperatura del suelo,
- ✓ La utilización de dosis bajas de guano de isla más el empleo del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura, incrementan el rendimiento en 689 kg más, respecto al testigo (7535 kg/ha).
- ✓ El empleo del trébol asociado al maíz y aplicado al momento del aporque, no reduce el rendimiento del maíz morado.
- ✓ El trébol aporta en promedio para T2 y T3, 2580 y 2177 t de materia seca por ha y campaña, con un contenido de 4,98% de N, que en términos de aporte de N son 128,48 y 108,41 kg de N, respectivamente.

RECOMENDACIONES

De lo expuesto en este trabajo de investigación se desprende las siguientes recomendaciones:

- ✓ Dado que los suelos en la Comunidad de Azángaro son deficientes en P (5,5 ppm), pero suministran adecuadamente de este elemento a los requerimientos del cultivo de maíz, se recomienda evaluar la diversidad microbiana involucrada en la disponibilidad del fósforo de suelo.
- ✓ Realizar trabajos de investigación similares en las chacras maiceras con participación de agricultores para promover y mostrar las bondades del trébol en la producción de cosechas y conservación de la fertilidad natural del suelo.
- ✓ Cuantificar la pérdida del suelo en siembras de maíz amiláceo sin cobertura vegetal.
- ✓ Repetir el experimento en las condiciones de Azángaro, en campaña grande, para cuantificar el aporte de N por parte del trébol.
- ✓ Evaluar a cuantos años de siembra de maíz asociado con trébol en monocultivo, el cultivo de maíz ya no requiere la aplicación de insumos externos (fertilizantes).
- ✓ Orientar las investigaciones hacia la conservación y promoción de los elementos biológicos del suelo, quienes ayudan a conservar la fertilidad natural del suelo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Proyecto PRA Plan de Negocio para la producción de maíz morando en la Provincia de Huanta, Huamanga y su comercialización con destino a exportación que sería a través de la empresa AGROCONDOR SRL. 2007.
2. Velapatiño J. Niveles de guano de isla en el rendimiento de tres variedades de maiz morado (zea mays l.) canaán 2750msnm Ayacucho. 2013.
3. Caballero M A. Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de maiz morado (zea mays l.) chihua a 2360 msnm hunata , ayacucho. 2013.
4. Quispe F, Arroyo K, Gorriti A. Características morfológicas y químicas de cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa – Perú. Rev Soc Quím Perú. 77 (3). 2011.
5. Borja MJ. Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedad es mejoradas de maíz morado (*Zea mays*) en Tumbaco – Pichincha. 2013.
6. Ayala L, Krishnamurthy J, Basulto A. Leguminosas de cobertera para mejorar y sostener la productividad de maíz en el sur de Yucatán, México. 2009.
7. Nsiah S, Kuyper T, Leeuwis C, Abekoe M, Giller K. Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume 63 crops: Effects on soil fertility and maize yields in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana. Journal Field crops research. No 103: 87-97. 2007.
8. Sanclemente OE. efecto del cultivo de cobertura: *mucuna ruriens,* en algunas propiedades fisicas, quimicas y biologicas de un suelo *typic aplustalfs*, cultivado con maíz (*zea mays* l.) en zona de ladera del municipio de palmira, valle. 2009.
9. Vavilov NI. Studies on the Origin of Cultivated Plants. Leningrad: Institut Botanique Appliqui. Et d'Amlioration des Plantes. 1926.
10. Vavilov NI. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants (translated from the Russian by K. Starr Chester). Chronica Botanica, 13: i-xviii & 1-364. 1951.
11. Vavilov NI. Origin and Geography of cultivated plants. Cambridge University Press. Great Britain. 1992

12. Piperno DR. The Origins of Plant Cultivation and Domestication in the New World Tropics. Current Anthropology 52: S4. 2011.
13. Manrique A. El maíz en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 Págs 1997.
14. Ministerio de Agricultura Maíz amiláceo. Principales aspectos de la Cadena Agroproductiva. Lima-Perú. 38 p. 2012.
15. Justiniano E. Fenologia e intenidad de color en corontas del maíz morado (zea mayz L.) en sus deferentes estados de desarrollo en la localidad de la Molina. 2010.
16. Manrique A. "Maíz morado Peruano" Instituto Nacional de Investigación Agraria (Serie Folleto R.I N 04-00), Lima, Peru, p.5, 6. 2000.
17. Solid Perú. *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho*. Extraído el 17 de abril del 2014 desde: http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-Ayacucho11.pdf. 2007.
18. Manrique A. "Maíz morado Peruano" Instituto Nacional de Investigación Agraria (Serie Folleto R.I N 04-00), Lima, Peru, p.5, 6. 2000.
19. Sierra exportadora Perfil Comercial: Antocianina de maíz morado. Ministerio del Consejo de Ministros. Lima, Perú. (s/a).
20. Escribano-Bailón T, Santos C, Rivas-Gonzalo J. Anthocyanins in cereals. Journal of Chromatography; 1054, 129-141. 2004.
21. Yang Z, Han Y, Gu Z, Fan G, Chen Z. Termal degradation kinetics of aqueous anthocyanins and visual color of purple corn (*Zea mays* L.). Innovative Food Science & Emerging Technologies; 9(3): 341-347. 2008.
22. Arroyo J, Raez E, Rodríguez M, Chumpitaz V, Burga J, De la Cruz W, Valencia J. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (Zea mays L) en ratas hipercolesterolémicas. Perú. 2007.
23. Terranova A. "Produccion Agricola I", Terranova Editor, Vol 1, Bogota, Colombia. 1995.
24. Stanciuc V. Teñido de fibras sintéticas utilizando colorante extraido. 2011.

25. Ex Comisión para la Promoción de Exportaciones (PROMPEX). http://www.promperu.gob.pe/. 2009.
26. Yanez C, Zambrano J, Caicedo M, Sanchez V, Heredia J. Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos INIAP, Programa de Maíz, Quito, Ecuador, P 1, 125, 127. 2003.
27. Pazmiño P. Utilización de la cebada, grano y corontas de maíz negro en la elaboraciónde una bebida funcional. 2011.
28. Mapes C, Kato T, Mera L, Serratos J, Bye R. "Origen y diversidad del maíz: Una revisión analítica", Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Universidad nacional Autónoma de México, México, p 21. 2009.
29. Noroña J. Caracterización y evaluación agro morfológica de 64 accesiones de maíz negro y 27 de maíz chulpi (Zea mays. L), colectados en la serranía del ecuador en la EESC – INIAP. Quito- Ecuador. EPN Escuela Politécnica Nacional. Pp. 5 - 7. 2008.
30. Chichizola B, López E, Navarro JM, Salinas F. "Acopio, procesamiento y exportación de maíz morado". 2007.
31. Risco M. El maíz en el Perú. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho, 362. Ayacucho: Solid-Perú. 2007.
32. Acero SA, Díaz MA. Investigación para conocer la adaptación de 5 variedades de maíz morado. 2011.
33. Mendoza M. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid Perú. Ayacucho. Perú. 2007.
34. Adex. *Asociación de Exportadores del Perú*. Recuperado el 2 de Abril de 2012, de http://www.adexperu.org.pe/.2008.
35. Baylon LA. Rentabilidad de la exportación de maíz morado deshidratado a Villavicencio Colombia. Lima, Perú. 2010.
36. Cárdenas J, Franco O, Romero C, Vargas D. Malezas de clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario, Sociedad Colombiano de control de malezas y fisiología vegetal. Oregon State Universyty AID. 127 páginas. 1970.
37. Barbara S, Eduardo H, Angel M. Malezas comestibles del cono sur y otras partes del planeta. Disponible en: http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/

BIBLIOTECA/Rapoport_Malezas.Comestibles.del.Cono.Sur.pdf. Conectado el 20 de octubre del 2013. 2009.

38. Rzedowski, GC, Rzedowski J. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 2001.
39. Ojiem J, Vanlauwe B, Ridder N, Giller K. Niche-based assessment of contributions of legumes to the nitrogen economy of Western Kenya smallholder farms. Journal Plant soil No 292: 119-135. 2007.
40. Kaizzi C, Ssali H, Vlek P. Differential use and benefits of Velvet bean (Mucuna pruriens var. utilis) and N fertilizers in maize production in contrasting agro-ecological zones of E. Uganda. Journal Agricultural systems No 88: 44-60. 2006.
41. Campillo RR, Barrientos DL. Potencial de fijación simbiótica de nitrógeno en ecosistemas con leguminosas forrajeras en el sur de Chile, p. 89-100. In: J. J. Peña C.; (editor). La fijación biológica de nitrógeno en leguminosas en América Latina y El Caribe: el aporte de las técnicas nucleares. ARCAL, Irapuato, Gto. México. 2000.
42. Ruffo M, Parsons A. Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas. Informaciones Agronómicas del Cono SUR. IPNI. Nº 21. 2004.
43. Casas R. Cultivos de Cobertura: una alternativa sustentable. La Nación. Suplemento El Campo. 2007.
44. Montico S. Apuntes de Cátedra. Facultad de Cs. Agrarias. UNR. 2007.
45. Ferraes, N., Gundel S, Keane B, Anderson S, Pound B. (Eds.)"Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados". Taller Regional Latino-Americano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma de Yucatán, Apartado 116-4, Merida 97100, Yucatan, Mexico. 1997.
46. Blanchart E, Villenave C, Viallatoux A, Barthès B, Girardin C, Azontonde A. Feller C. Long-term effect of a legume cover crop (Mucuna pruriens var. utilis) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. European Journal Soil Biology N0 42. 136:144. 2006.
47. Agro rural Boletín informativo de guano de islas. 2013.

48. Quillca, DA, Rubelo CA. Efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz L*) asociado al trébol (*Medicago hispiga G.)*, en condiciones de secano. 2012.
49. Zambrano L. Efecto de la época de siembra de tres variedades de frijol en asociación con maíz morado CANAAN (2720 msnm). Ayacucho. 2003.
50. Barbazán M. Análisis de Plantas y Síntomas Visuales de Deficiencia de Nutrientes. Montevideo-Uruguay. 1998.
51. Quintanilla M, Yanes V, Monge C. Incidencia del bacashi, gallinaza y combinación con fertilizante químicos en la mejora de la fertilidad del suelo y en los rendimientos de maíz (*Zea mays L.*), San Juan Opico, La Libertab. 2013.
52. Sarabia M, Madrigal R, Martínez M, Carreón Y. Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. Biológicas, 12(1): 65 – 71. 2010.
53. Cook D, Blevins RC. and S.H. Phillips. Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal. Volume 63. p. 593-596. 1971.
54. Kar G, Kumar A. Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. J. Agricult.l Water Manag. 94(109), 116. 2007.
55. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. IV Censo Nacional Agropecuario. Lima, Perú. 2012.
56. Teasdale JR, Beste CE. and Potts, W.E. Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Science 39, 195-9. 1991.
57. Teasdale JR. and Mohler, C.L. Light transmission, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agronomy Journal 85, 673-80. 1993.
58. Frye WW, Blevins BL, Smith MS, Corak SJ, Varco JJ. Role of annual legume cover crops in efficient use of water and nitrogen. Pages 129–153 in W. L. Hargrove, ed. Cropping Strategies for Efficient Use of Water and Nitrogen. Madison, WI: ASA Special Publication No. 51. 1988.
59. Blanco-Canqui H, Lal R. Soil quality and productivity effects of harvesting corn residues for biofuel production. Geoderma 141:355–362. 2007.
60. Blanco-Canqui H, Lal R. Principles of Soil Conservation and Management. Springer, New York. 626 p. 2010.

61. Sainju UM, Singh BP, Whitehead WF. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. Soil Tillage Res 63:167–179. 2002.
62. Sanchez PA. Soil Fertility and Hunger in Africa. Sci 295:2019–2020. 2002.

ARTICULO CIENTÍFICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL

"EFECTO DEL GUANO DE ISLA Y TRÉBOL (*Medicago hispida G.)* EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.),* EN CONDICIONES DE AZÁNGARO - HUANTA – AYACUCHO."

Bach. POZO HUILLCA; Melvin Roger

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto del guano de islas y trébol (*Medicago hispiga G.)* en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*), se instaló un experimento en Azángaro – Huanta – Ayacucho, localizada a 2624 msnm. El experimento se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos: T1 (Guano de islas (80-60-60)), T2 (Trébol – 800 kg de fruto/ha), T3 (Guano de islas (80-60-60) más trébol) y T4 (testigo). Se evaluaron altura de planta, % de Hg, temperatura del suelo y peso seco foliar del maíz a 30, 70, 110 DDS, el peso seco foliar del trébol se evaluó a los 110 DDS, porcentaje de emergencia de plantas a 15 DDS y el rendimiento del maíz morado a los 140 DDS. No presentaron diferencias significativas para % de emergencia plantas, peso seco foliar y altura de planta del maíz a 70 y 110 DDS, humedad del suelo a 30 DDS, temperatura del suelo a 30 y 70 DDS y rendimiento a 140 DDS. En cambio para altura de planta y materia seca foliar a 30 DDS, temperatura del suelo 110 DDS, humedad del suelo a los 70 y 110 DDS, presentaron diferencias significativas. Se obtuvieron rendimientos de 8224.6046, 7968.7060, 7789.5440 y 7535,35 kg/ha en los tratamientos T3, T1, T2 y T4, respectivamente. Siembras de maíz asociada con trébol contribuye a conservar la humedad y a mejorar la fertilidad natural del suelo, mediante la producción de biomasa, fijación biológica del nitrógeno y el reciclaje de nutrientes, por lo que se recomienda su empleo.

Palabra clave: trébol, guano de islas, emergencia, temperatura, humedad, foliar, porcentaje.

ABSTRACT

Huanta - - Ayacucho, located at 2624 meters in order to evaluate the effect of guano islands and clover (Medicago hispiga G.) in crop yield purple corn (Zea mays L.), an experiment was installed Azángaro. The experiment was conducted under the design of randomized complete block design with four treatments: T1 (Guano Islands (80- 60-60)), T2 (Clover - 800 kg of fruit / ha), T3 (Guano Islands (80- 60-60) more clover) and T4 (control). Former plant height,% of Hg, soil temperature and leaf dry weight of corn to 30, 70, 110 DDS, leaf dry weight Clover It evaluated 110 DDS, percentage of plant emergence was evaluated at 15 DDS and purple corn yield the DDS 140. No significant differences for emergency% plants, leaf dry weight and plant height of maize and 70 110 DDS, soil moisture 30 DDS, soil temperature at 30 to 70 DDS and DDS 140 performance. In contrast to plant height and leaf dry matter 30 DDS, DDS 110 soil temperature, soil moisture at 70 and 110 DDS showed significant differences. They yield 8224.6046, 7968.7060, 7789.5440 and 7535.35 kg / ha in the T3, T1, T2 and T4, respectively treatments were obtained. Corn plantings associated with clover helps retain moisture and improve the natural soil fertility through the production of biomass, biological nitrogen fixation and nutrient recycling, so its use is recommended.

Key word: clover, guano islands, emergency, temperature, humidity, leaf percentage.

INTRODUCCION

La región andina es el centro de origen, variación, dispersión y crianza de un gran número de especies, variedades, morfotipos y/o razas de plantas alimenticias y medicinales. Son muestras de esta gran variabilidad las 1,600 entradas de maíz agrupadas en 55 razas, siendo una de ellas la *Kulli sara* (maíz morado, *Zea mays* amilácea cv. morado). Este maíz luce coronta y granos de color morado debido a la presencia de la antocianina, un colorante natural altamente valorado en la medicina y en la industria de alimentos.

En el Perú, el maíz morado, se cultiva desde épocas prehispánicas. Actualmente, las zonas de mayor producción son los departamentos de Ancash, Arequipa, Cajamarca, Huánuco, Ica, Lima, Moquegua y Ayacucho. En la región de Ayacucho, las provincias de

Huanta y Huamanga son las principales productoras. Y dentro de la provincia de Huanta, lo son los distritos de Iguain y Luricocha. La siembra del maíz morado en estos distritos, lo promovieron desde 1910 algunos hacendados de Azángaro, Iribamba, Churrupampa del actual distrito de Luricocha. Su producción en la provincia de Huanta se reduce en el año 1980 debido a los problemas políticos sociales.

En Azángaro, actual anexo del distrito de Luricocha se produce maíz morado de la mejor calidad y se vende a buen precio. Sin embargo, diversos factores vienen limitando la producción del maíz morado, entre ellas, la presencia de plagas, enfermedades y la pérdida de la capacidad productiva de las chacras. Esta merma de la capacidad productiva se atribuye a: (1) supresión del trébol (*Medicago hispida* G.) en las chacras (los campesinos desconocen sus bondades y lo retiran manualmente creyendo que es planta arvense), (2) el empleo de la maquinaria agrícola (arados profundos) que ahogan las semillas del trébol, (3) la escasa aplicación de estiércol y otras fuentes orgánicas. Como consecuencia los rendimientos son cada vez menores, lo que motiva a los campesinos usar agroquímicos con el fin de contrarrestar la baja capacidad productiva de las chacras.

Aunque el empleo de los agroquímicos por las familias campesinas permite incrementar los rendimientos, también incrementa el costo de producción y su empleo inadecuado ocasiona problemas de contaminación de suelos, aguas subterráneas e intensifica el desgaste de las tierras de cultivo, de modo que, cada campaña incrementan las dosis de abonamiento.

La presencia del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura es una práctica ancestral que queremos rescatar, porque esta asociación tiene la capacidad de influir en el rendimiento del siguiente cultivo de rotación, debido a las diversas bondades de la leguminosa como cultivo de cobertura. Igualmente, investigaciones realizadas sobre el empleo del Guano de Islas en distintos cultivos indican que su uso se traduce en el incremento del rendimiento de cosechas y reduce el uso de fertilizantes sintéticos.

Por otro lado, los estándares de calidad establecido por los comerciantes, quienes exigen maíz morado de producción orgánica, nos motiva a iniciar la siembra del maíz morado empleando guano de islas y el trébol andino asociado al maíz morado, a fin promover producción sostenible en las chacras campesinas de Azángaro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la comunidad de Azángaro, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, localizada en 12° 37' 50" de latitud sur y 34' 17" 71° de longitud oeste, a 2624 metros sobre el nivel del mar. Se empleó el diseño estadístico de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las parcelas utilizadas fueron de 6 m x 7 m, donde se excavaron 7 surcos distanciados a 0,80 m, en el que se sembraron 03 semillas por golpe distanciadas a 0,50 m entre plantas. Los tratamientos establecidos fueron: 1) maíz morado + Guano de isla (80- 60-60); 2) maíz morado + Trébol andino; 3) maíz morado + Guano de isla (80- 60-60) y Trébol andino y 4) Control. Para complementar la dosis de abonamiento del K se empleó cloruro de potasio. Se utilizó maíz morado Variedad Canteño a razón de 25 kg/ha y se sembró el primero de agosto del 2014. En cambio el trébol andino se sembró en el momento del aporque (dos de setiembre) a razón de 800 kg/ha de fruto de trébol. Se evaluaron el porcentaje de emergencia de plantas a los 15 días después de la siembra (DDS), en cambio, la altura de planta, % de humedad gravimétrica del suelo, temperatura del suelo y peso seco foliar se realizaron a los 30, 70 y 110 DDS. Finalmente el rendimiento del maíz morado se cuantificó a los 140 DDS, al cosechar todas las plantas de la unidad experimental con una humedad del 30%. Además, se realizó el análisis del contenido de micro y macro nutrientes de la biomasa foliar del trébol a los 100 días de emergencia. Los datos obtenidos en cada variable y teniendo en cuenta los supuestos se procedieron a realizar el Análisis de Varianza (ANVA), utilizando el programa Minita versión 17. Para la comparación de medias entre tratamientos se emplearon el test de Tukey al 5%.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para porcentaje de emergencia de plantas a 15 días después de la siembra no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Fig. 1). Los valores hallados para esta variable concuerda con los valores reportados por Borja[1], quién encontró en la variedad B entre el 77.43 y 99.43% de emergencia, en cambio en la variedad A obtuvo entre el 81.65 y 98.51 % de emergencia.

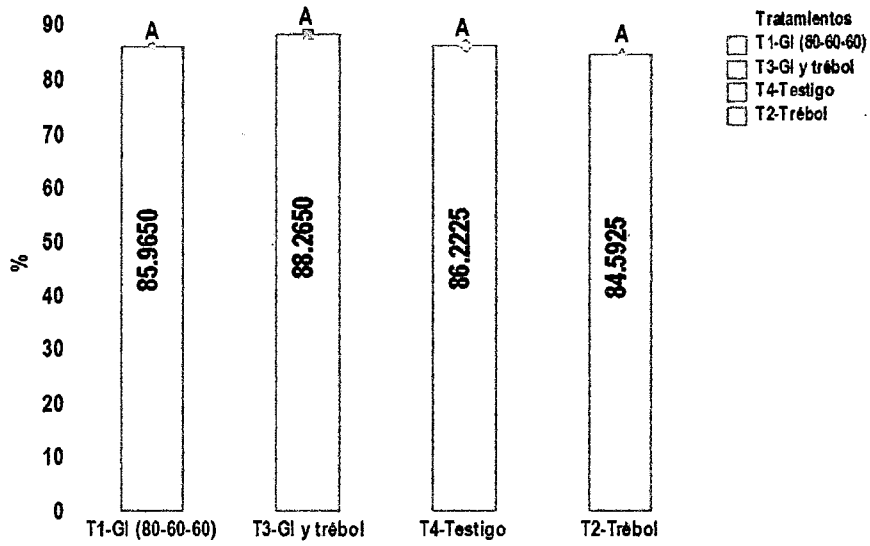


Figura 1. % de emergencia de plantas de maíz morado en Azángaro, Huanta. 2014.

En relación a la altura de planta y materia seca foliar, a 30 DDS los tratamientos con guano de islas presentaron diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos (Fig. 2 y Fig. 3). Esto es correcto, debido al suministro del N disponible procedente del guano de islas, que es aprovechado por la planta y se manifiesta en su crecimiento y acumulación de materia seca. Al respecto diversos autores manifiestan que el guano de islas es un fertilizante natural que promueve el crecimiento de las plantas (Fig. 3) [2,6].

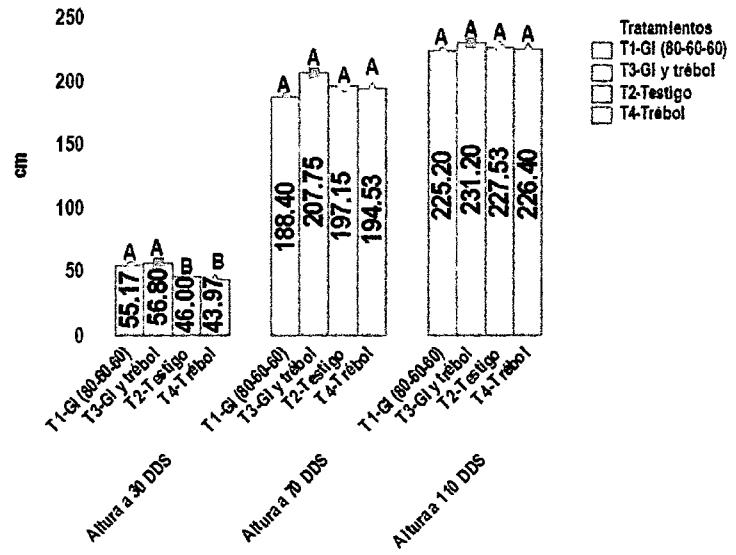


Figura 2. Altura de planta de maíz morado en Azángaro, Huata. 2014.

En cambio a 70 y 110 DDS los tratamientos no presentan diferencias estadísticas. Lo que nos indica que dosis bajas de abonamiento sólo estimulan en las primeras etapas de crecimiento y no es suficiente para suministrar nutrientes por un periodo más largo, de modo se comporta similar al suministro de nutrientes otorgado por la fertilidad natural del suelo.

Los valores de altura de planta de la Var. Canteño encontrados en este experimento son superiores a los reportados por Quispe et al. [3]. y Quintanilla et al. [4]. posiblemente esta superioridad se deba a factores del clima del valle de Huanta (alta temperatura y tiempos prolongados de horas sol), la aplicación del riego y la fertilización.

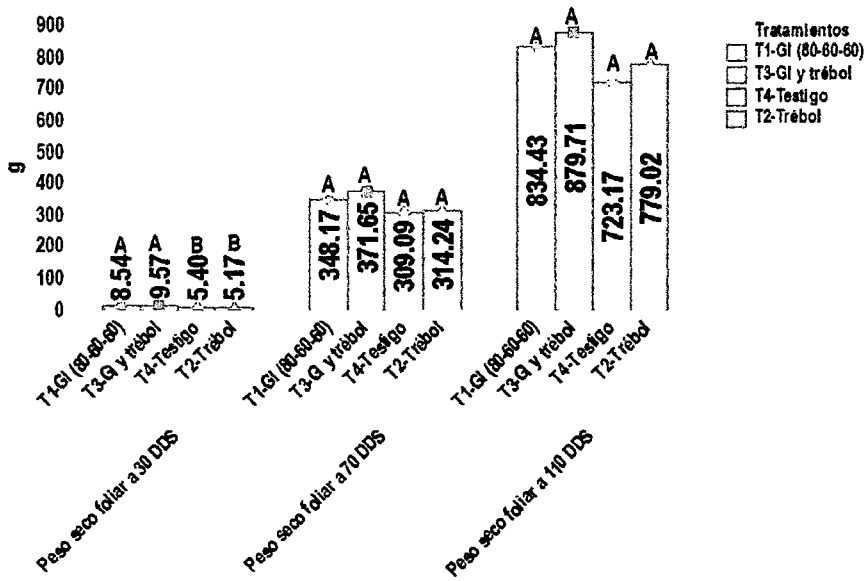


Figura 3. Peso seco foliar de maíz morado en Azángaro, Huata. 2014.

El suelo empleado en este experimento, visto desde una perspectiva de fertilidad química, es un suelo pobre en fósforo, sin embargo, tiene la capacidad de aportar P necesario para el crecimiento del cultivo de los tratamientos que no recibieron aporte de guano de islas. En suelos pobres en P, la interacción bacteria-micorriza tendría un rol preponderante, dado que las bacterias poseen diversos mecanismos y una de ellas es la acción solubilizadora de fosfatos, que permitir solubilizar fosfatos insolubles y libera iones fosfato, y contribuiye al incremento de fosfato disponible en el suelo y mediante la micorriza se transfiere a la planta [5].

En relación al porcentaje de humedad gravimétrica (Fig. 4) y temperatura del suelo (Fig. 5), los valores del % de humedad gravimétrica para 30 DDS no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. En cambio para 70 y 110 DDS los tratamiento con trébol (T2 y T3) presentan diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos (T1 y T4) (Fig. 4). Esta diferencia se atribuye a la cobertura generada por el trébol. La cobertura generada por las plantas logra incrementar contenidos de humedad del suelo, reduciendo la evaporación del agua, además mejora el almacenamiento de la humedad en el suelo y tiene una ventaja significativa, porque evita el stress del cultivo y además ayuda a mantener estable la temperatura del suelo [7,8,9].

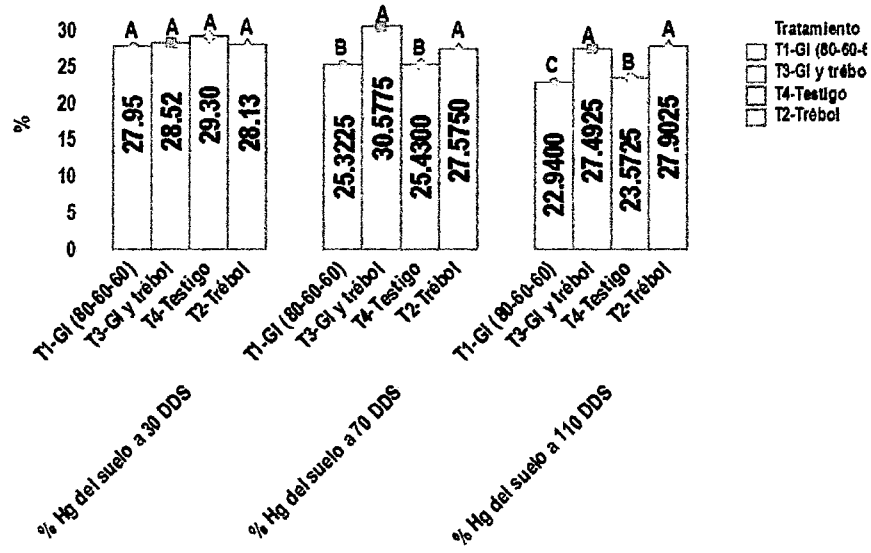


Figura 4. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la conservación de la humedad del suelo, medido como % de Hg del suelo en Azángaro, Huata. 2014.

La conservación de la humedad en el suelo proveniente del agua de lluvia en las chacras de las familias campesinas es crucial para la producción de alimentos, dado que la mayor parte de la producción de cosechas en la Sierra peruana se desarrolla en secano (70%) [10]. por lo que el empleo de la cobertura vegetal es vital, no solamente para la familias campesinas, sino para todas las familias que dependemos de estas cosechas para nuestra alimentación.

Los valores promedios de temperatura del suelo para 30 y 70 DDS no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos (Fig.5). En cambio, a los 110 DDS presentan

diferencias estadísticas. Al respecto, diversos autores concuerdan que los cultivos de cobertura reducen la temperatura del suelo y la evaporación del agua [11.12.13]. Por el contrario, el contenido de agua de un suelo sin cobertura decrece con el incremento de la temperatura del suelo [14]. De esta manera el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la evaporación y mermar el agua almacenado, con ello merma la producción de cosechas [15].

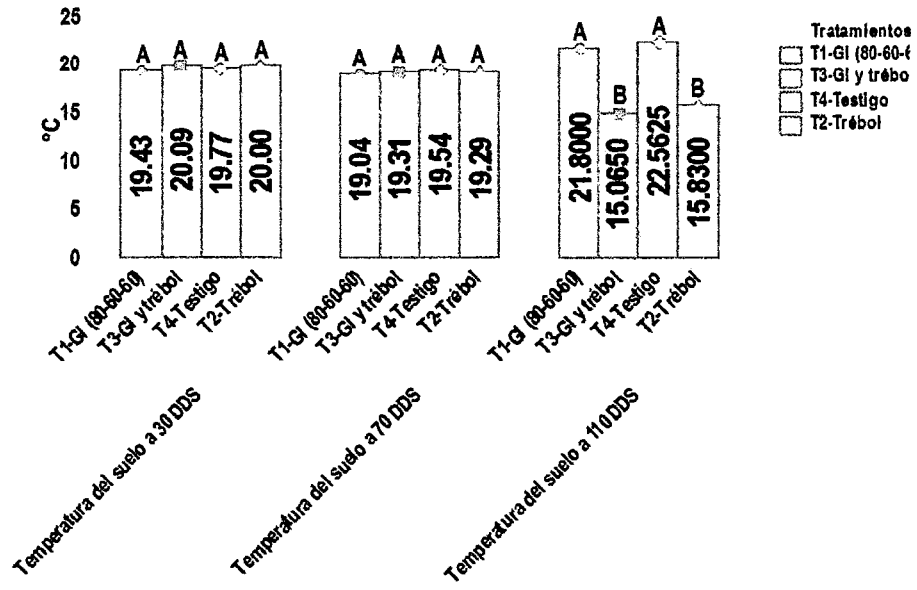


Figura 5. Empleo de *M. hispida* como cultivo de cobertura y su influencia en la temperatura del suelo en Azángaro, Huata. 2014.

El empleó de *Medicago hispiga* G. asociada a las plantas de maíz como cultivo de cobertura, tratamientos T3 y T2, produjo una biomasa seca de 217,68 g/m^2 y 258,30 g/m^2, respectivamente (Fig. 6). Al respecto Quillca y Rubelo[6] encontraron valores superiores que varían entre 332,47 g/m^2 y 331,29 g/m^2 de peso seco foliar del trébol andino. La menor producción de biomasa seca de *Medicago hispiga* G. en este experimento estaría atribuido a la época de siembra. Se instaló en campaña chica, los frutos se distribuyeron en el centro del surco y crecieron aprovechando el agua de riego. En cambio, Quillca y Rubelo [6]. instalaron el experimento en campaña grande y además los frutos se distribuyeron en todo el espacio de la unidad experimental y crecieron aprovechando tanto el agua de riego como la humedad proporcionada por la lluvia.

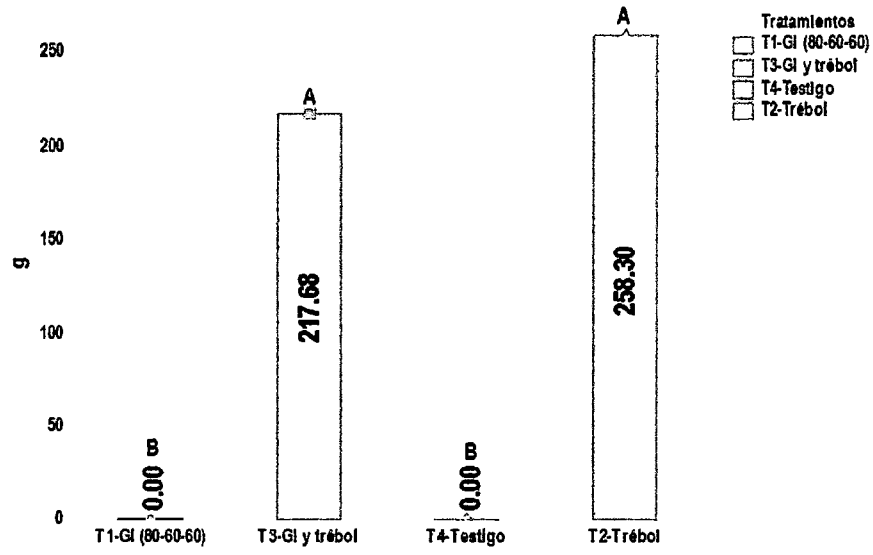


Figura 6. Producción de materia seca foliar de *Medicago hispiga G.en g/m²* asociado al maíz morado en Azángaro, Huata. 2014.

Sobre las bondades de la biomasa foliar producida por las leguminosas, en las chacras, como cultivo de cobertura, diversos autores sostienen que protege al suelo de la erosión, mejora las propiedades del suelo, incrementa la fertilidad del suelo, suprime las malezas, fija N, incrementa el contenido de la materia orgánica del suelo, incrementa la producción de cosechas, recicla nutrientes, previene el lavado de nutrientes y mejora la calidad del agua, minimiza el transporte del suelo, provee nutrientes al siguiente cultivo, mejora la productividad del suelo, incrementa la actividad de los organismos, reduce la compactación del suelo, facilita la aireación, incrementa la retención del agua y transmisión, asimismo incrementa el pool de nutrientes, incrementa la disponibilidad del N para los siguientes cultivos y reduce el uso de fertilizantes inorgánicos, mejora la resiliencia del suelo, mejora el habitad de la vida silvestre e incrementa la biodiversidad, secuestra el carbono y reduce la emisión de los gases de efecto invernadero, reduce la contaminación y otros [14].

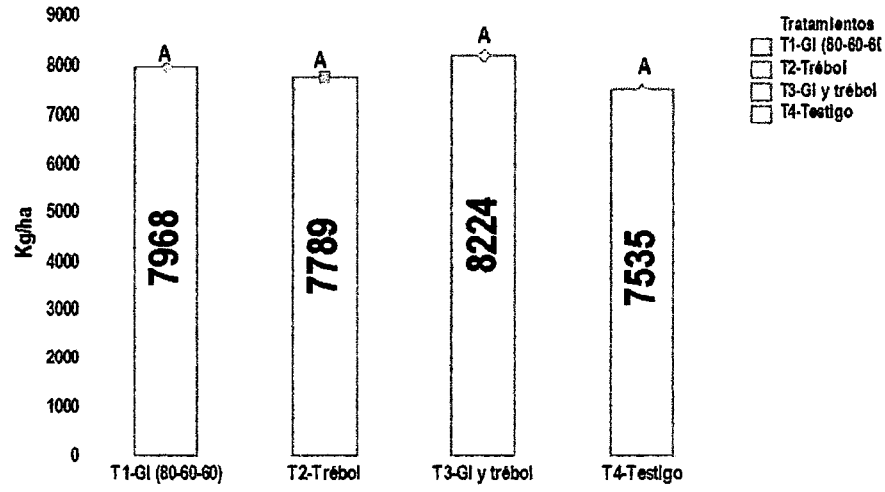


Figura 7. Rendimiento por hectárea del maíz morado en Azángaro, Huata. 2014.

La producción de maíz morado evaluado a los 140 DDS (Fig. 7), para los diferentes tratamientos no presenta diferencias estadísticas. Sin embargo, el mayor rendimiento se logró con T3 (8224 kg/ha), en los demás tratamientos T1, T2 y T4 se han logrado obtener 7968, 7789 y 7535 kg/ha de maíz morado, respectivamente. Valores similares de rendimiento se han reportado por Caballero [16]. para las condiciones de Chiua – Huanta – Ayacucho, en siembras de campaña grande, quién alcanzó producir 9532 kg/ha de maíz morado empleando dosis de fertilización de 3 t/ha guano de isla (360-300-60) de NPK y 9276 kg/ha al aplicar 180-180-120 unidades de NPK. En cambio, en condiciones de Canaan – Ayacucho, igualmente en campaña grande, lograron obtener rendimientos de maíz morado de 13855 kg/ha con una dosis de abonamiento de 140-80-80 de NPK y 11935 kg/ha con la aplicación de 1 t/ha de guano de isla [17].

El aporte inmediato del trébol se deja notar en la conservación de la humedad del suelo, esta humedad favorece al rendimiento, dado que el maíz es un cultivo que requiere entre 8000 a 12000 m^3 de agua por ha. En cambio el aporte de nutrientes proporcionado por el trébol, favorece principalmente al siguiente cultivo. La concentración de nutrientes se encuentra principalmente en la biomasa de trébol. T2 y T3 produjeron en promedio 2.580 y 2.177 t/ha de materia seca, con una concentración de 4,98% de N, que en términos de contenido de N es 128,48 y 108,41 kg de N/ha/campaña. Al respecto, el empleo de

leguminosas como cultivo de cobertura suministra entre 50 y 300 kg de N/ha [18.19]. De hecho, aparte de aprovisionar N provee el pool de otros macro y micronutrientes nutrientes y demás efectos benéficos descritos por Blanco-Canqui y Lal [14].

CONCLUSIONES

Para las condiciones en las que se llevó a cabo el presente experimento, se concluye lo siguiente:

- ✓ Las dosis bajas de guano de isla influyen solamente en las primeras etapas de su ciclo vegetativo (30 DDS) del maíz morado, tanto en altura de planta como en la acumulación de la materia seca.
- ✓ El empleo del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura, contribuyen a la conservación de la humedad y reducción de temperatura del suelo.
- ✓ La utilización de dosis bajas de guano de isla más el empleo del trébol asociado al maíz como cultivo de cobertura, incrementan el rendimiento en 689 kg más, respecto al testigo (7535 kg/ha).
- ✓ El empleo del trébol asociado al maíz y aplicado al momento del aporque, no reduce el rendimiento del maíz morado.
- ✓ El trébol aporta en promedio para T2 y T3, 2580 y 2177 t de materia seca por ha y campaña, con un contenido de 4,98% de N, que en términos de aporte de N son 128,48 y 108,41 kg de N, respectivamente.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Borja M. Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedad es mejoradas de maíz morado (*Zea mays*) en Tumbaco – Pichincha. 2013.
2. Agro rural. Boletín informativo de guano de islas. 2013.
3. Quispe J, Arroyo K, Gorriti A. características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*zea mays L.*) en Arequipa – Perú. 2011.
4. Quintanilla M, Yanes V, Monge C. Incidencia del bacashi, gallinaza y combinación con fertilizante químicos en la mejora de la fertilidad del suelo y en los rendimientos de maíz (*Zea mays L.*), San Juan Opico, La Libertab. 2013.
5. Sarabia M, Madrigal R, Martínez M, Carreón Y. Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. Biológicas, 12(1): 65 – 71. 2010.

6. Quillca, DA, Rubelo CA. Efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz L*) asociado al trébol (*Medicago hispiga G.)*, en condiciones de secano. 2012.
7. Sanclemente OE. efecto del cultivo de cobertura: *mucuna ruriens,* en algunas propiedades fisicas, quimicas y biologicas de un suelo *typic aplustalfs*, cultivado con maíz (*zea mays* l.) en zona de ladera del municipio de palmira, valle. 2009.
8. Blevins RC, Cook D. and S.H. Phillips. Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal. Volume 63. p. 593-596. 1971.
9. Kar G, Kumar A. Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. J. Agricult.l Water Manag. 94(109), 116. 2007.
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. IV Censo Nacional Agropecuario. Lima, Perú. 2012.
11. Teasdale JR, Beste CE. and Potts, W.E. Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Science 39, 195-9. 1991.
12. Teasdale JR. and Mohler, C.L. Light transmission, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agronomy Journal 85, 673-80. 1993.
13. Frye WW, Blevins BL, Smith MS, Corak SJ, Varco JJ. Role of annual legume cover crops in efficient use of water and nitrogen. Pages 129–153 in W. L. Hargrove, ed. Cropping Strategies for Efficient Use of Water and Nitrogen. Madison, WI: ASA Special Publication No. 51. 1988.
14. Blanco-Canqui H, Lal R. Soil quality and productivity effects of harvesting corn residues for biofuel production. Geoderma 141:355–362. 2007.
15. Blanco-Canqui H, Lal R. Principles of Soil Conservation and Management. Springer, New York. 626 p. 2010.
16. Caballero MA. niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de maiz morado (zea mays l.) chihua a 2360 msnm hunata , ayacucho. 2013.
17. Velapatiño J. "niveles de guano de isla en el rendimiento de tres variedades de maiz morado (zea mays l.) canaán 2750msnm ayacucho". 2013.

18. Sainju UM, Singh BP, Whitehead WF. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. Soil Tillage Res 63:167–179. 2002.
19. Sanchez PA. Soil Fertility and Hunger in Africa. Sci 295:2019–2020. 2002.

ANEXOS

DATOS ORIGINALES DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

Anexo 1. Datos originales de porcentaje de emergencia del cultivo de maíz en (%).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	85.71	88.78	91.84	87.24	353.57	88.3925
II	86.22	89.9	86.22	84.18	346.52	86.63
III	84.69	78.06	86.73	85.71	335.19	83.7975
IV	87.24	81.63	88.27	87.76	344.9	86.225
Σ	343.86	338.37	353.06	344.89	1380.18	345.045
PROMEDIO	85.965	84.5925	88.265	86.2225	345.045	86.26125

Anexo 2. Datos originales de altura de planta a 30 DDS en (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	55.80	44.80	56.10	43.30	200.00	50.00
II	57.10	46.00	59.40	47.70	210.20	52.55
III	49.10	46.70	56.60	43.10	195.50	48.88
IV	58.70	46.50	55.10	41.80	202.10	50.53
Σ	220.70	184.00	227.20	175.90	807.80	201.95
PROMEDIO	55.18	46.00	56.80	43.98	201.95	50.49

Anexo 3. Datos originales de altura de planta a 70 DDS en (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	213.20	208.40	212.60	200.60	834.80	208.70
II	203.90	188.70	202.90	207.70	803.20	200.80
III	134.90	192.80	216.10	185.70	729.50	182.38
IV	201.60	198.70	199.40	184.10	783.80	195.95
Σ	753.60	788.60	831.00	778.10	3151.30	787.83
PROMEDIO	188.40	197.15	207.75	194.53	787.83	196.96

Anexo 4. Datos originales de altura de planta a 110 DDS en (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	239.70	248.40	249.90	233.40	971.40	242.85

II	225.90	222.30	227.20	225.70	901.10	225.28
III	208.90	222.30	228.90	229.20	889.30	222.33
IV	226.30	217.10	218.80	217.30	879.50	219.88
Σ	900.80	910.10	924.80	905.60	3641.30	910.33
PROMEDIO	225.20	227.53	231.20	226.40	910.33	227.58

Anexo 5. Datos originales de peso seco foliar de plantas de maíz morado a 30 DDS en (g).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	9.34	5.59	8.05	7.19	30.17	7.54
II	8.01	4.82	10.89	7.24	30.96	7.74
III	5.85	4.86	9.79	3.92	24.42	6.11
IV	10.95	5.39	9.57	3.25	29.16	7.29
Σ	34.15	20.66	38.30	21.60	114.71	28.68
PROMEDIO	8.54	5.17	9.58	5.40	28.68	7.17

Anexo 6. Datos originales de peso seco foliar de plantas de maíz morado a 70 DDS en (g).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	367.03	352.03	336.70	343.49	1399.25	349.81
II	350.68	304.89	358.00	381.52	1395.09	348.77
III	274.86	303.15	481.22	248.58	1307.81	326.95
IV	400.10	296.89	310.67	262.75	1270.41	317.60
Σ	1392.67	1256.96	1486.59	1236.34	5372.56	1343.14
PROMEDIO	348.17	314.24	371.65	309.09	1343.14	335.79

Anexo 7. Datos originales de peso seco foliar de maíz morado a 110 DDS en (g).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	815.66	928.21	981.78	758.42	3484.07	871.02
II	884.15	804.31	726.36	733.03	3147.85	786.96
III	738.04	752.27	842.95	735.12	3068.38	767.10
IV	899.87	631.30	967.73	666.13	3165.03	791.26
Σ	3337.72	3116.09	3518.82	2892.70	12865.33	3216.33
PROMEDIO	834.43	779.02	879.71	723.18	3216.33	804.08

Anexo 8. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 30 DDS en (%).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	28.12	31.71	31.99	27.03	118.85	29.71
II	29.61	32.92	28.96	27.40	118.89	29.72
III	28.17	23.27	24.67	31.47	107.58	26.90
IV	25.88	24.61	28.46	31.30	110.25	27.56
Σ	111.78	112.51	114.08	117.20	455.57	113.89
PROMEDIO	27.95	28.13	28.52	29.30	113.89	28.47

Anexo 9. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 70 DDS en (%).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	24.08	29.33	34.16	24.47	112.04	28.01
II	26.78	29.92	29.74	25.60	112.04	28.01
III	24.61	25.83	29.33	26.85	106.62	26.655
IV	25.82	25.22	29.08	24.80	104.92	26.23
Σ	101.29	110.3	122.31	101.72	435.62	108.905
PROMEDIO	25.3225	27.575	30.5775	25.43	108.905	27.22625

Anexo 10. Datos originales de humedad gravimétrica (Hg) del suelo a 110 DDS en (%).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	23.17	28.29	32.47	24.64	108.57	27.1425
II	24.13	27.98	26.27	22.96	101.34	25.335
III	21.14	29.05	24.15	23.77	98.11	24.5275
IV	23.32	26.29	27.08	22.92	99.61	24.9025
Σ	91.76	111.61	109.97	94.29	407.63	101.9075
PROMEDIO	22.94	27.9025	27.4925	23.5725	101.9075	25.476875

Anexo 11. Datos originales de temperatura del suelo a 30 DDS en (°C).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	19.33	19.50	19.83	20.05	78.71	19.68
II	19.33	20.33	20.67	20.67	81.00	20.25

III	19.05	20.33	20.17	19.67	79.22	19.81
IV	20.00	19.83	19.67	18.67	78.17	19.54
Σ	77.71	79.99	80.34	79.06	317.10	79.28
PROMEDIO	19.43	20.00	20.09	19.77	79.28	19.82

Anexo 12. Datos originales de temperatura del suelo a 70 DDS en (°C).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	19.04	19.00	19.06	19.06	76.16	19.04
II	19.06	19.08	20.02	20.02	78.18	19.55
III	19.04	20.00	19.06	19.08	77.18	19.30
IV	19.04	19.06	19.08	20.02	77.20	19.30
Σ	76.18	77.14	77.22	78.18	308.72	77.18
PROMEDIO	19.05	19.29	19.31	19.55	77.18	19.30

Anexo 13. Datos originales de temperatura del suelo a 110 DDS en (°C).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	20.04	15.10	15.06	21.06	71.26	17.815
II	22.06	16.08	14.08	22.05	74.27	18.5675
III	24.06	15.08	15.04	24.06	78.24	19.56
IV	21.04	17.06	16.08	23.08	77.26	19.315
Σ	87.2	63.32	60.26	90.25	301.03	75.2575
PROMEDIO	21.8	15.83	15.065	22.5625	75.2575	18.814375

Anexo 14. Datos originales de rendimiento a 140 DDS en (kg).

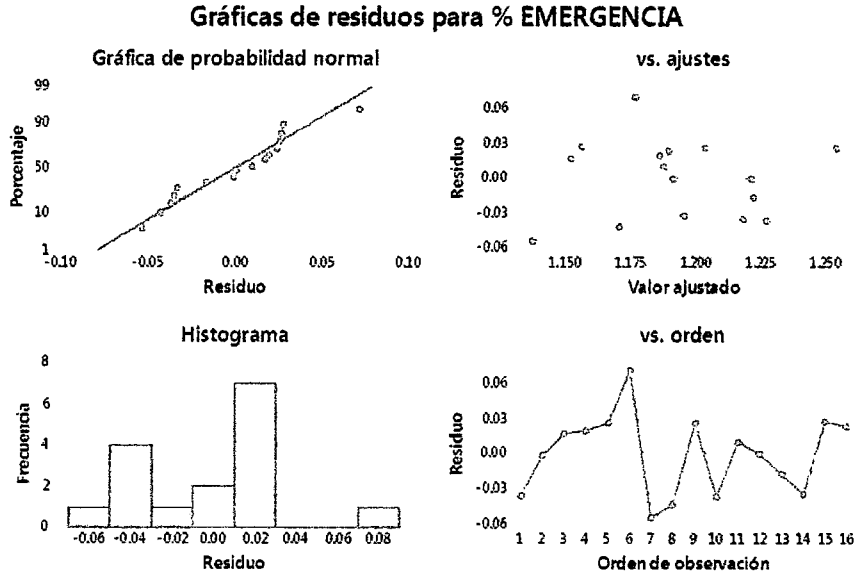
BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	24.00	26.10	28.00	20.80	98.90	24.73
II	24.00	19.00	27.00	25.30	95.30	23.83
III	23.00	23.00	23.00	24.00	93.00	23.25
IV	26.90	25.30	26.00	22.60	100.80	25.20
Σ	97.90	93.40	104.00	92.70	388.00	97.00
PROMEDIO	24.48	23.35	26.00	23.18	97.00	24.25

Anexo 15. Datos originales de materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS en (g).

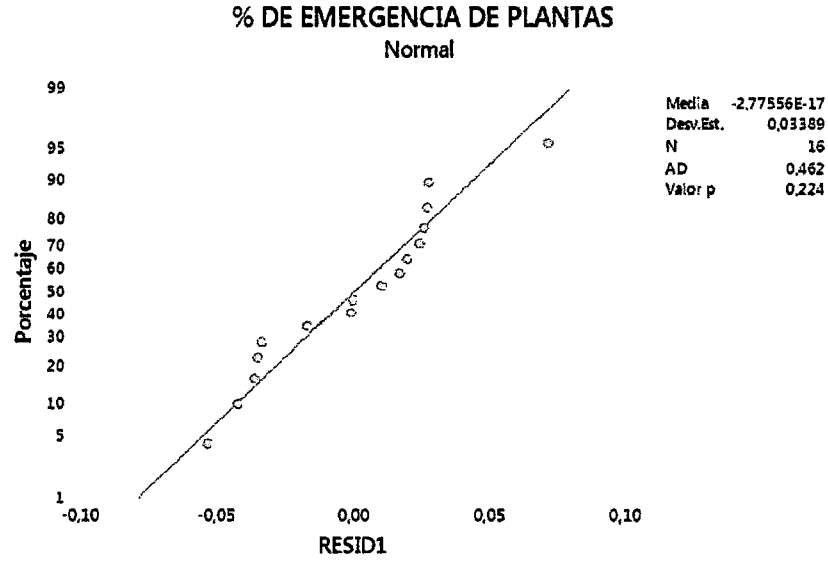
BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	0	268.65	300.50	0	569.15	142.2875
II	0	415.07	139.71	0	554.78	138.695
III	0	193.16	151.03	0	344.19	86.0475
IV	0	152.31	275.48	0	427.79	106.9475
Σ	0	1029.19	866.72	0	1895.91	473.9775
PROMEDIO	0	257.2975	216.68	0	473.9775	118.494375

CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)

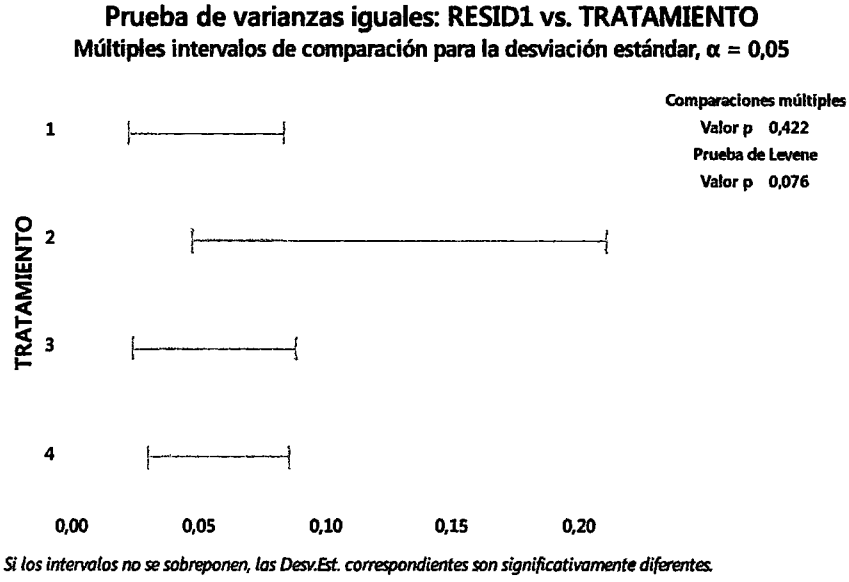
Anexo 16. Resumen de supuestos para el % de emergencia de plantas de maíz morado.



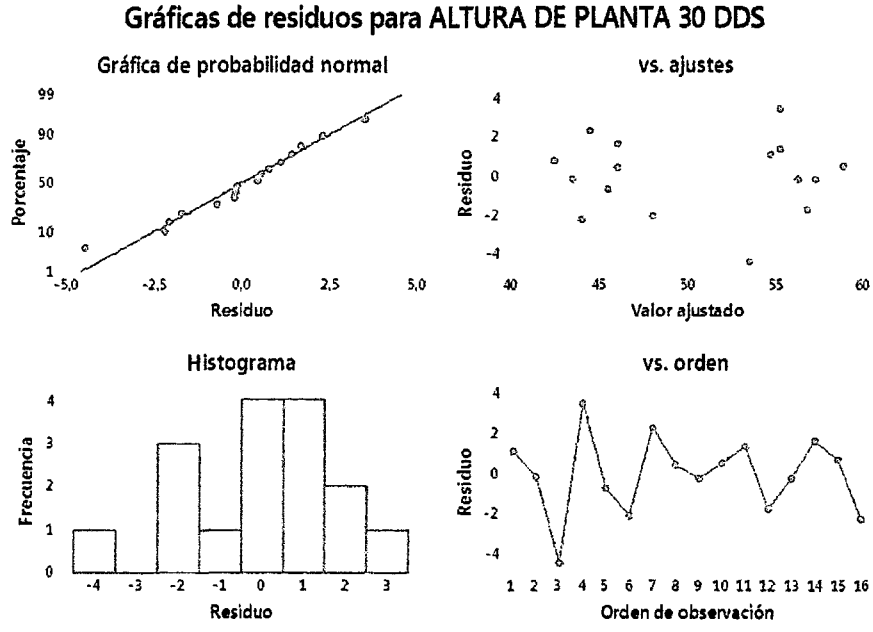
Anexo 17. Prueba de normalidad del % de emergencia de plantas de maíz morado.



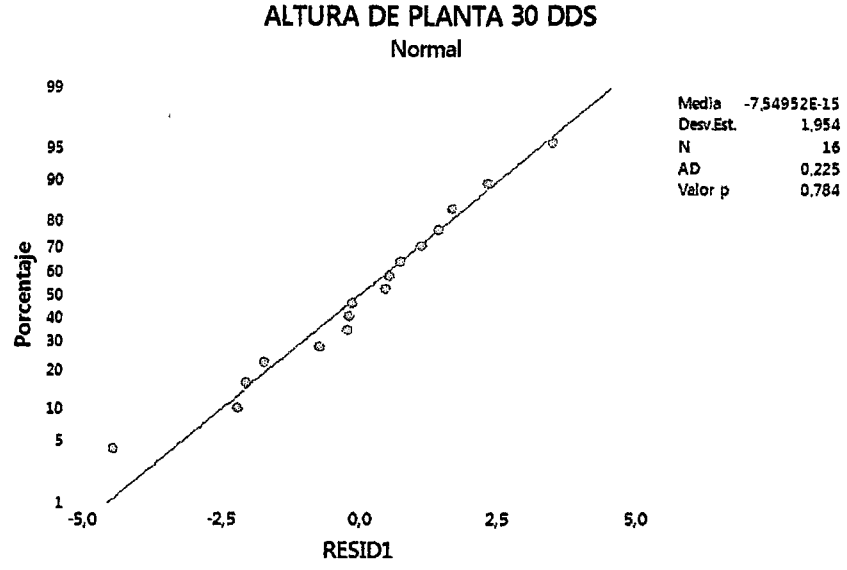
Anexo 18. Prueba de homogeneidad de varianzas del % de emergencia de plantas de maíz morado.



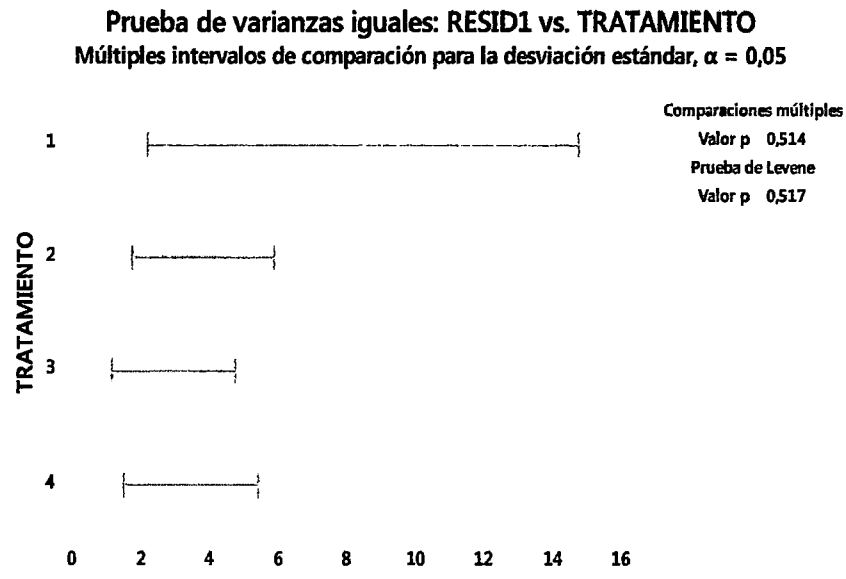
Anexo 19. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 30 DDS



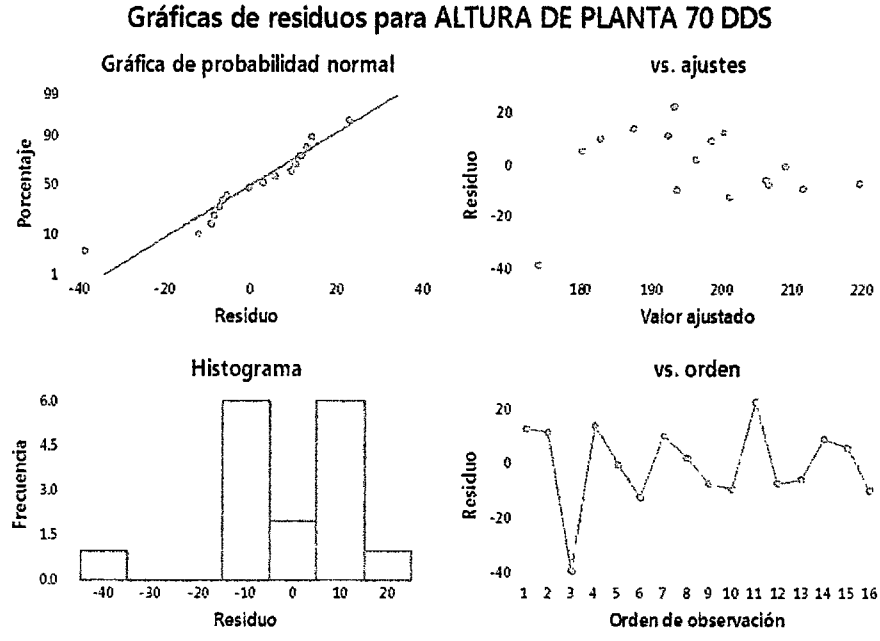
Anexo 20. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 30 DDS.



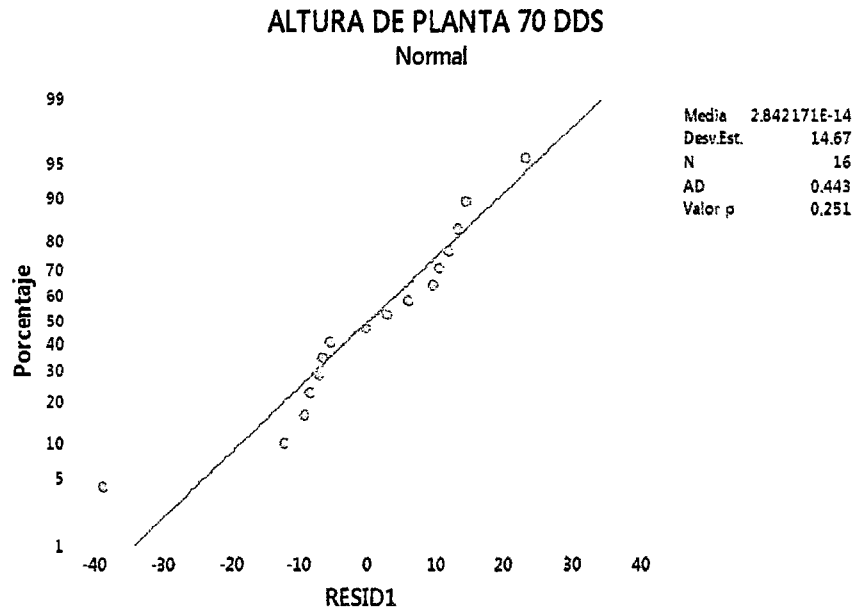
Anexo 21. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 30 DDS.



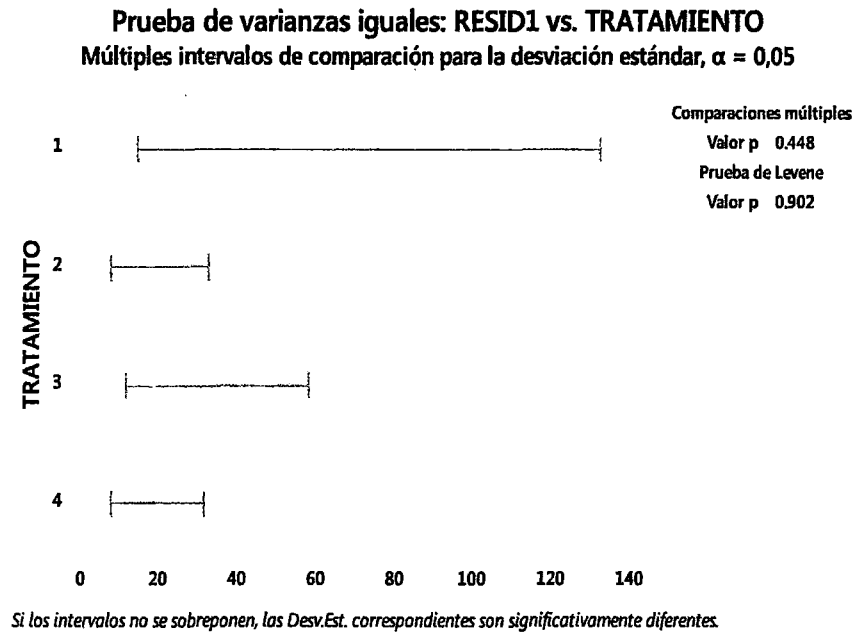
Anexo 22. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 70 DDS



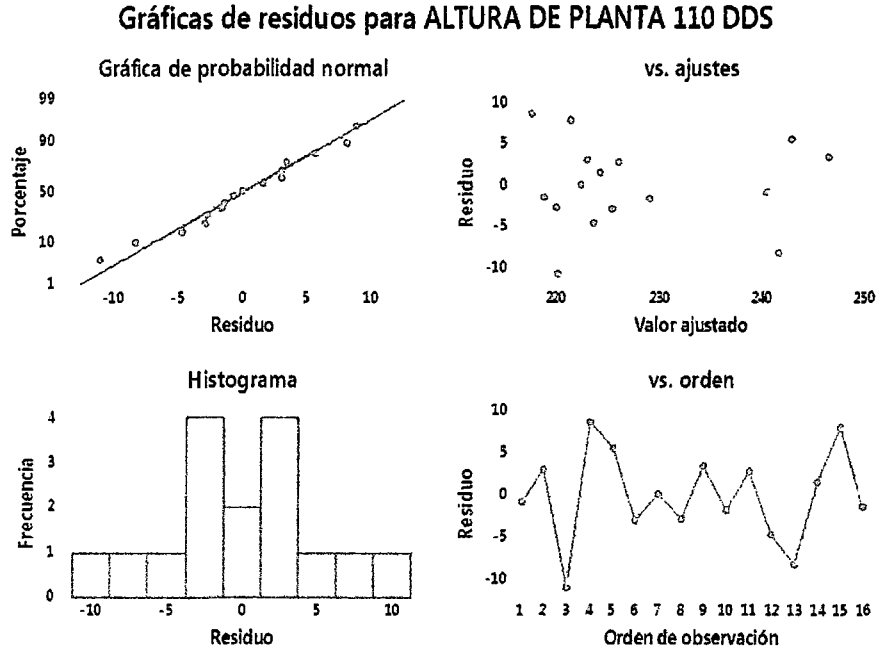
Anexo 23. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 70 DDS.



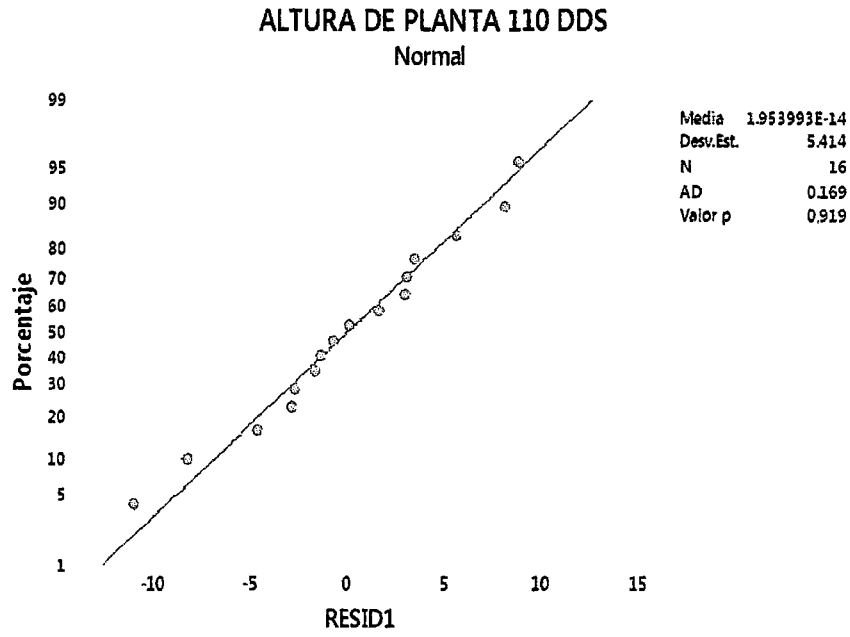
Anexo 24. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 70 DDS.



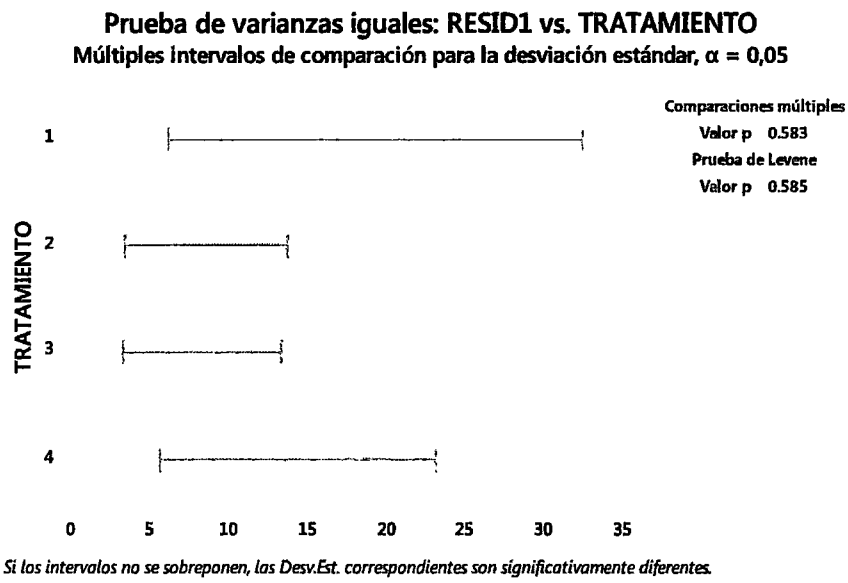
Anexo 25. Resumen de supuestos para altura de planta de maíz morado a 110 DDS



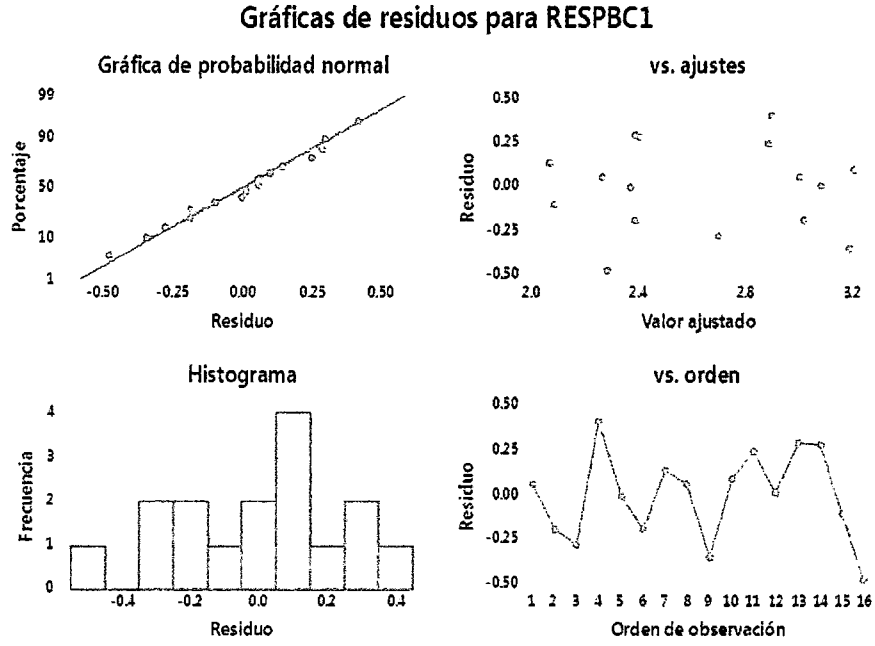
Anexo 26. Prueba de normalidad de altura de planta de maíz morado a 110 DDS.



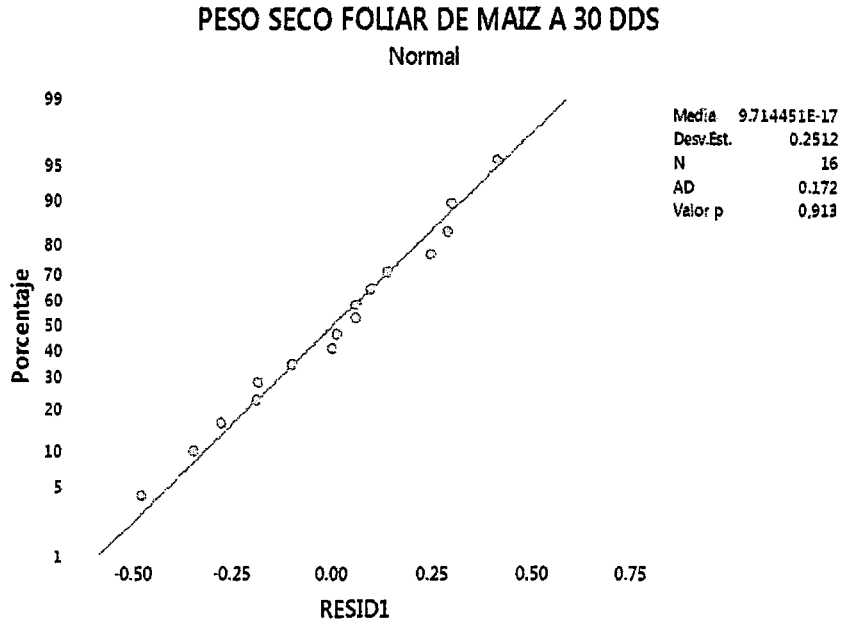
Anexo 27. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de planta de maíz morado a 110 DDS.



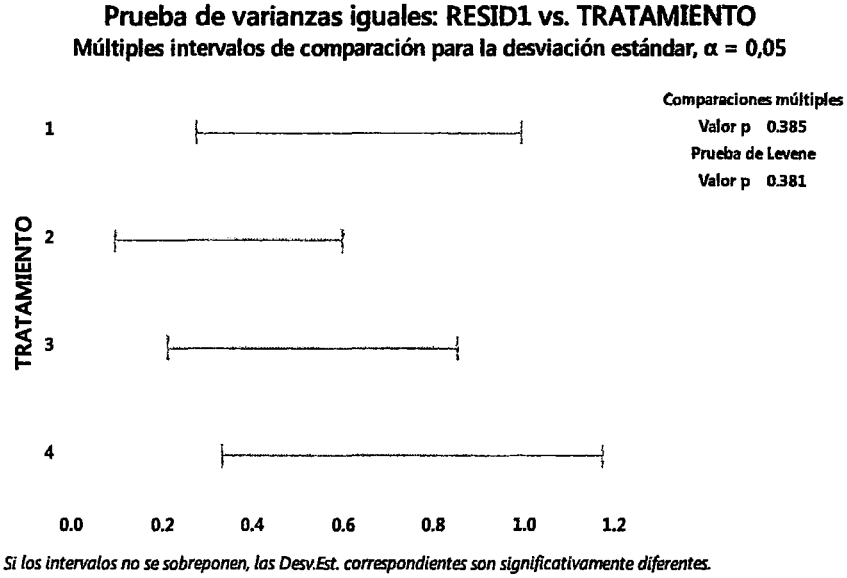
Anexo 28. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 30 DDS



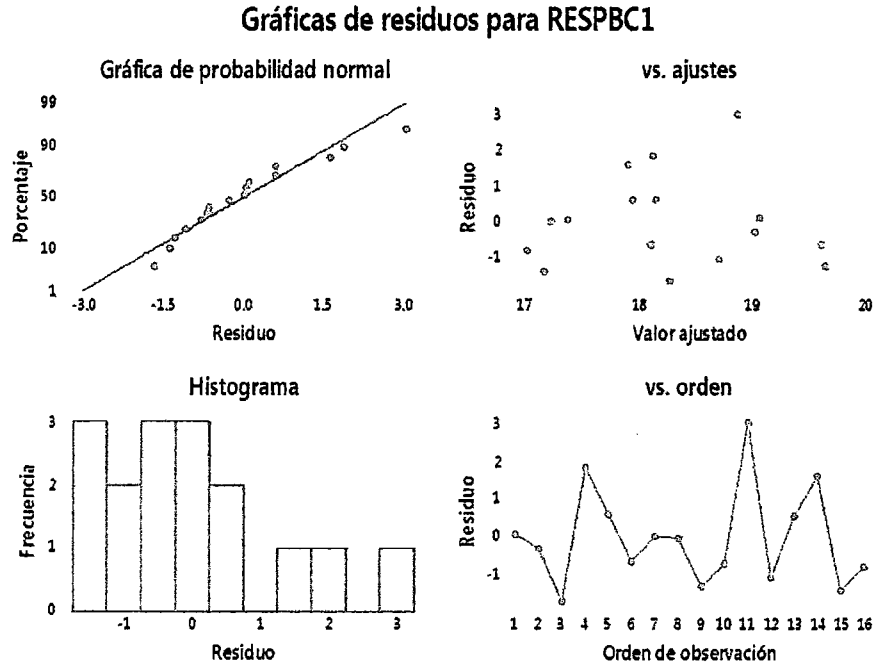
Anexo 29. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 30 DDS.



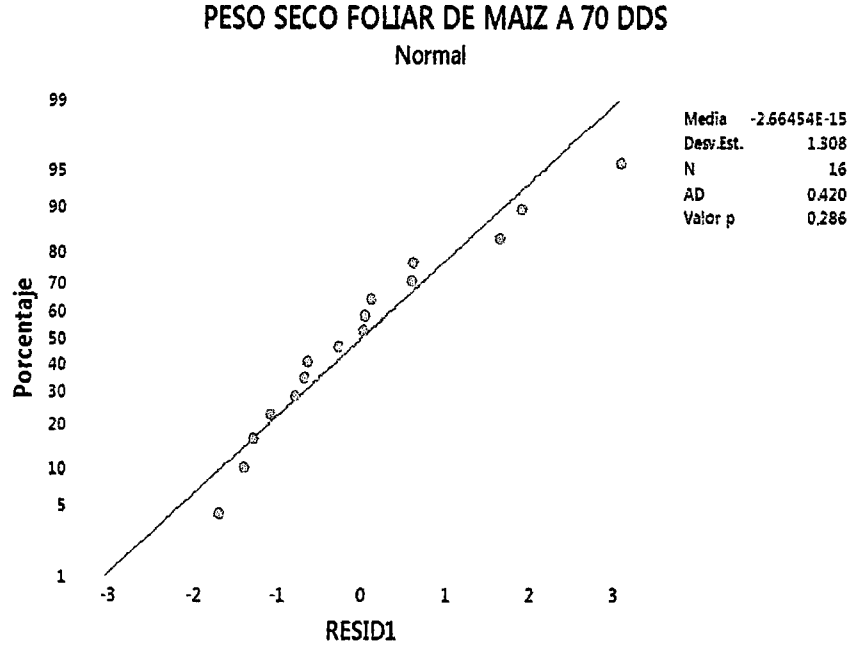
Anexo 30. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS.



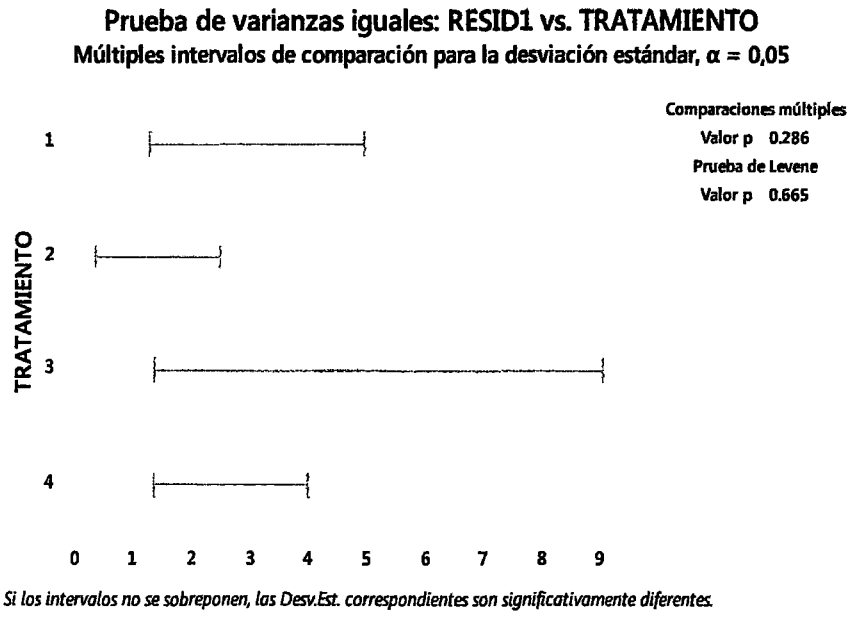
Anexo 31. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 70 DDS



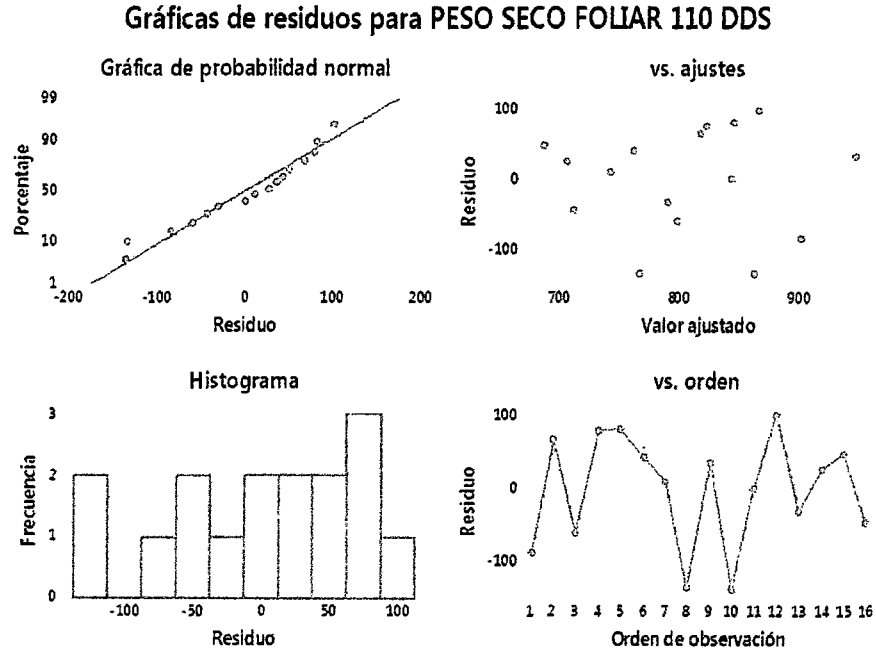
Anexo 32. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 70 DDS.



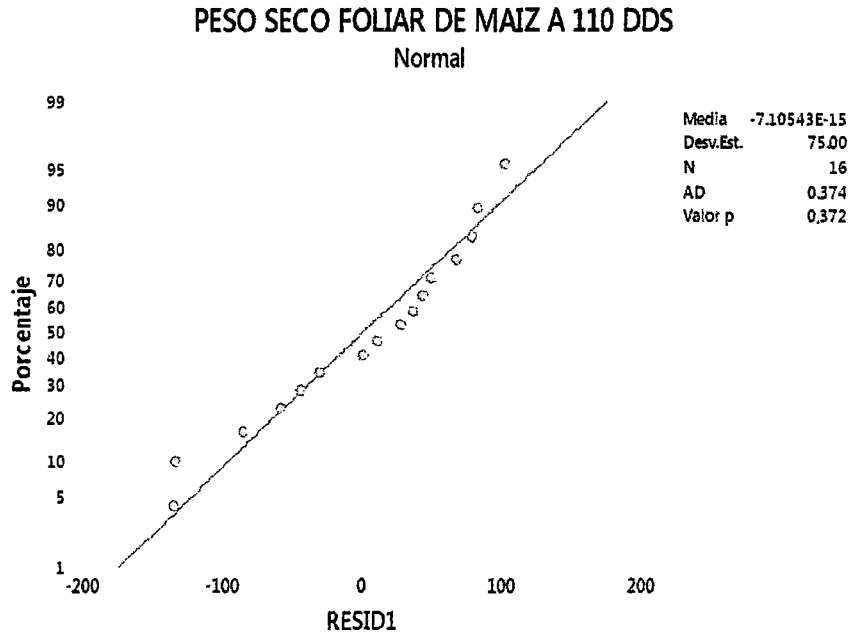
Anexo 33. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 70 DDS.



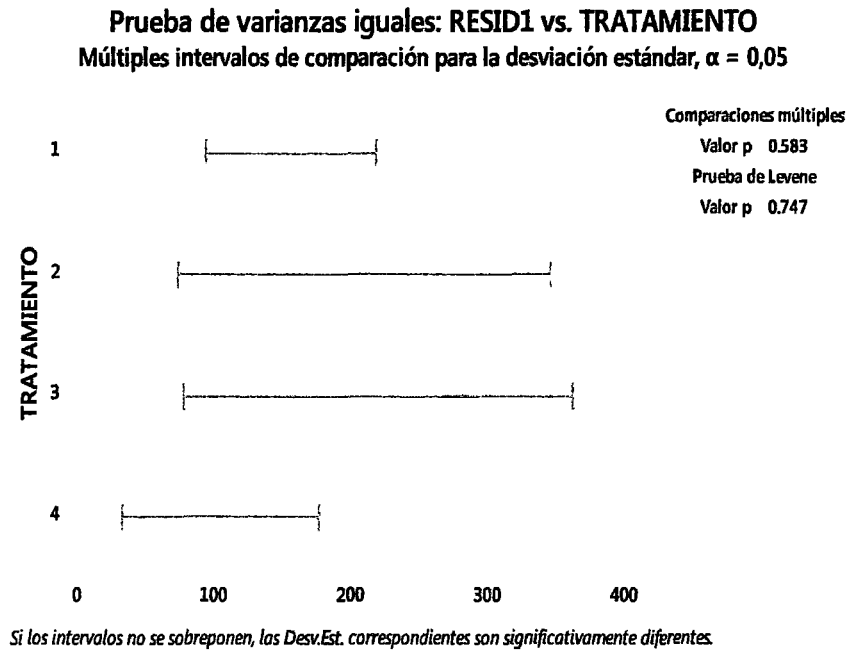
Anexo 34. Resumen de supuestos para peso seco foliar de maíz morado a 110 DDS



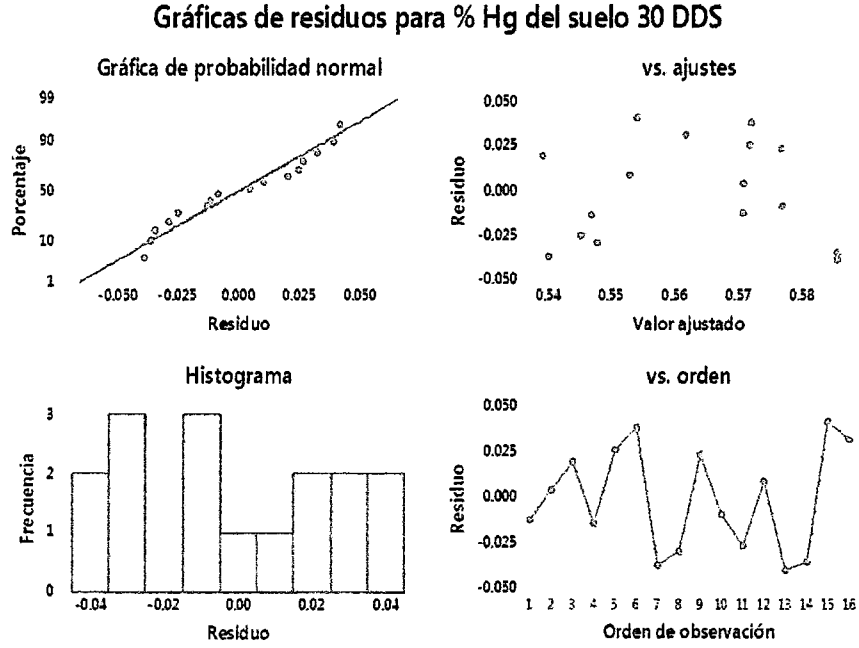
Anexo 35. Prueba de normalidad de peso seco foliar de maíz morado a 110 DDS.



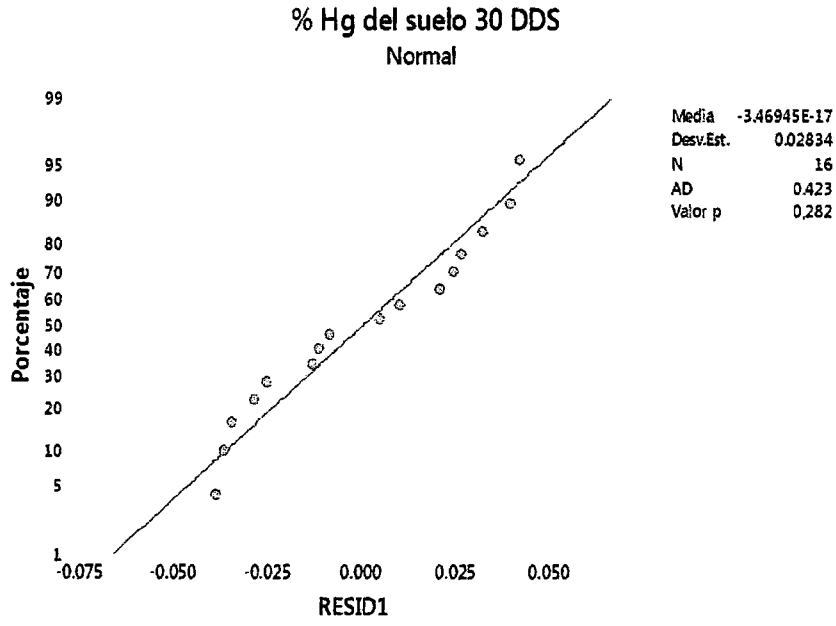
Anexo 36. Prueba de homogeneidad de varianza de peso seco foliar del maíz morado a 110 DDS.



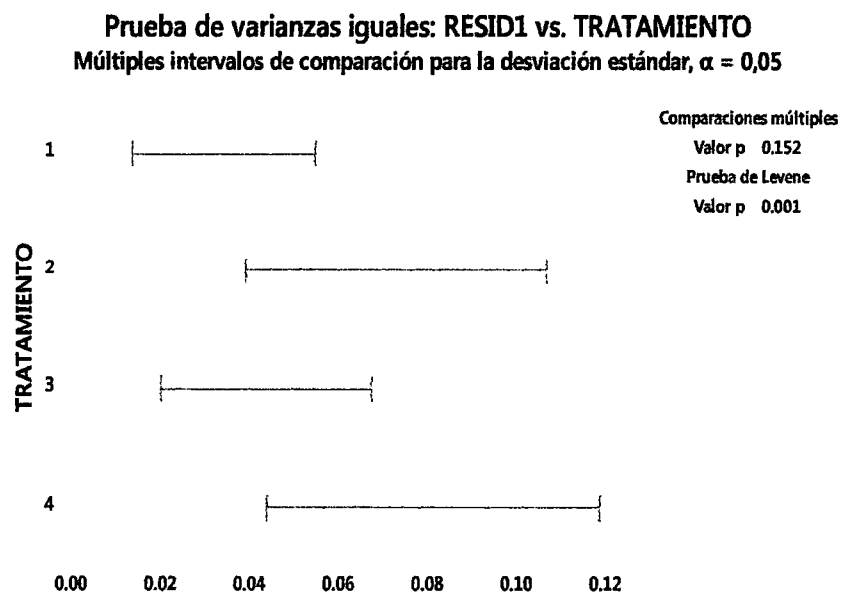
Anexo 37. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS



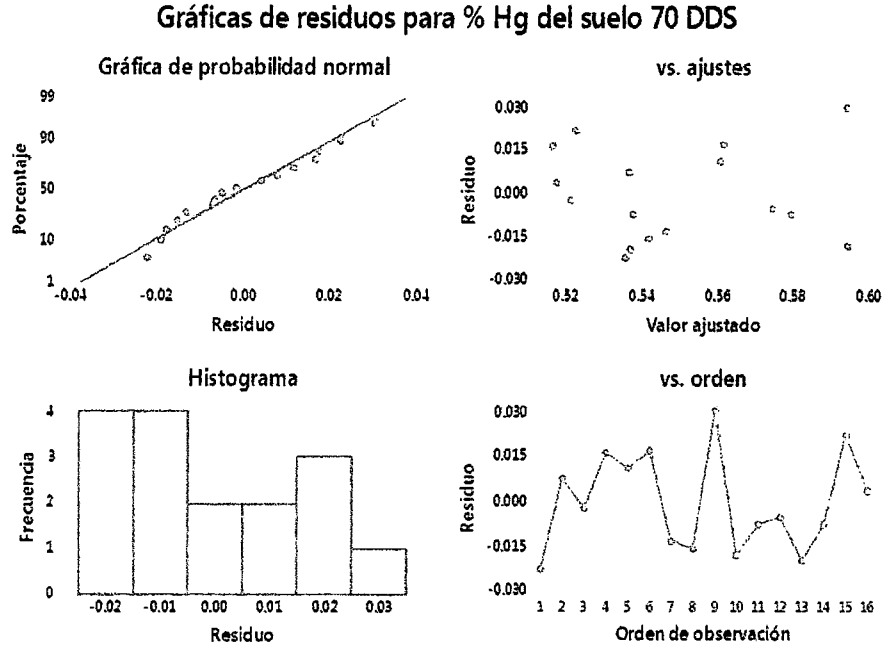
Anexo 38. Prueba de normalidad del % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS.



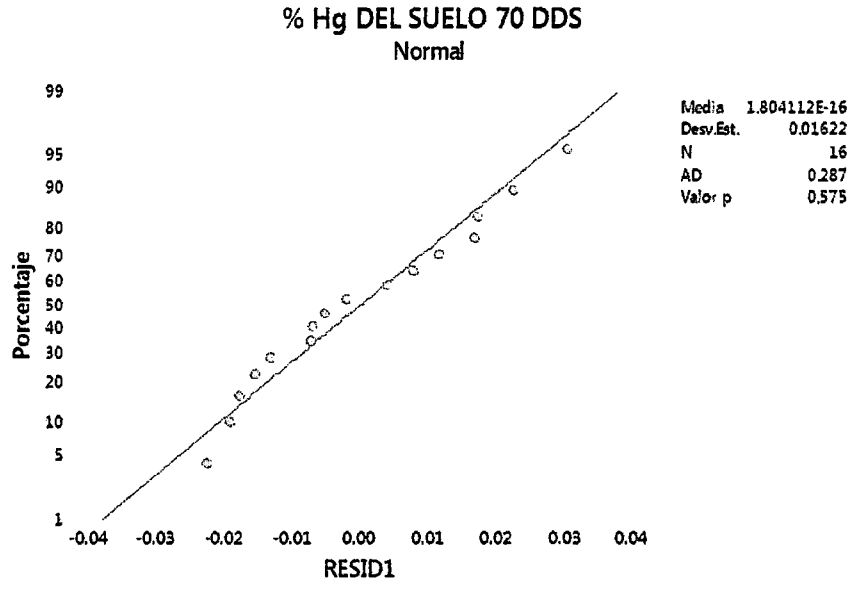
Anexo 39. Prueba de homogeneidad de varianzas para el % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS.



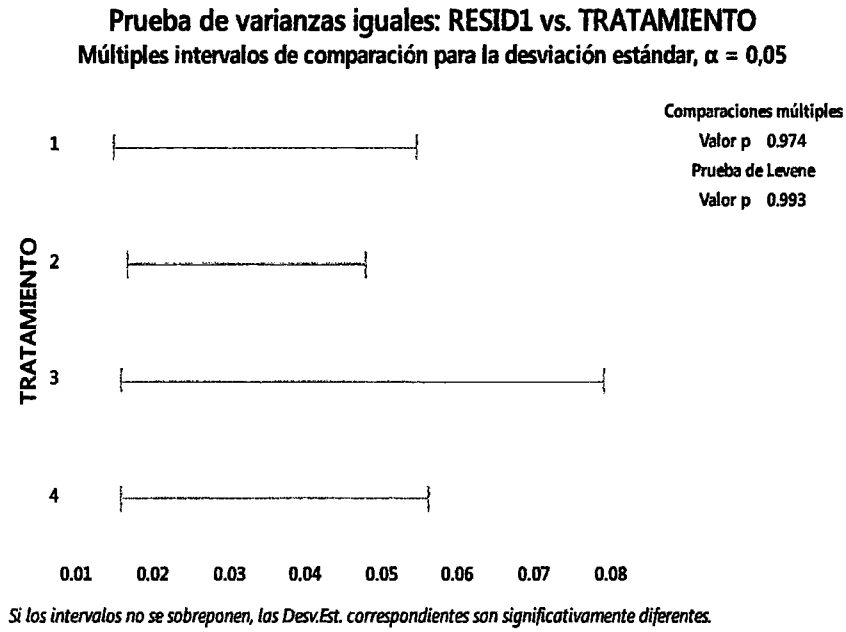
Anexo 40. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS



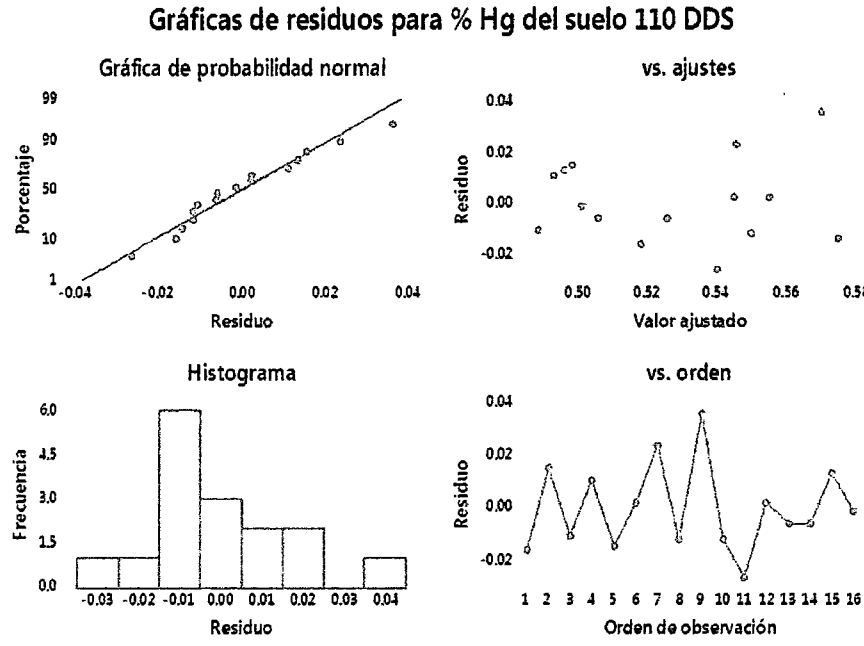
Anexo 41. Prueba de normalidad de % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS.



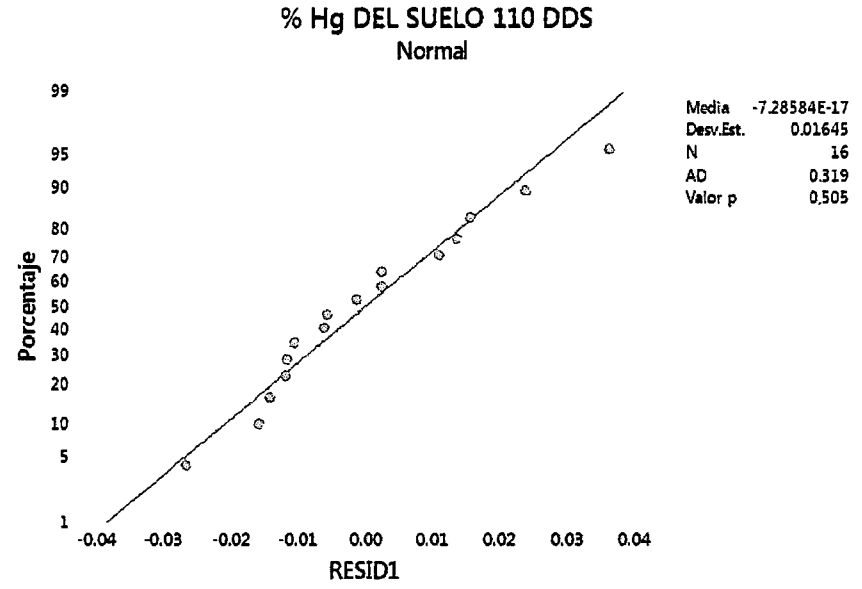
Anexo 42. Prueba de homogeneidad de varianza para % humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS.



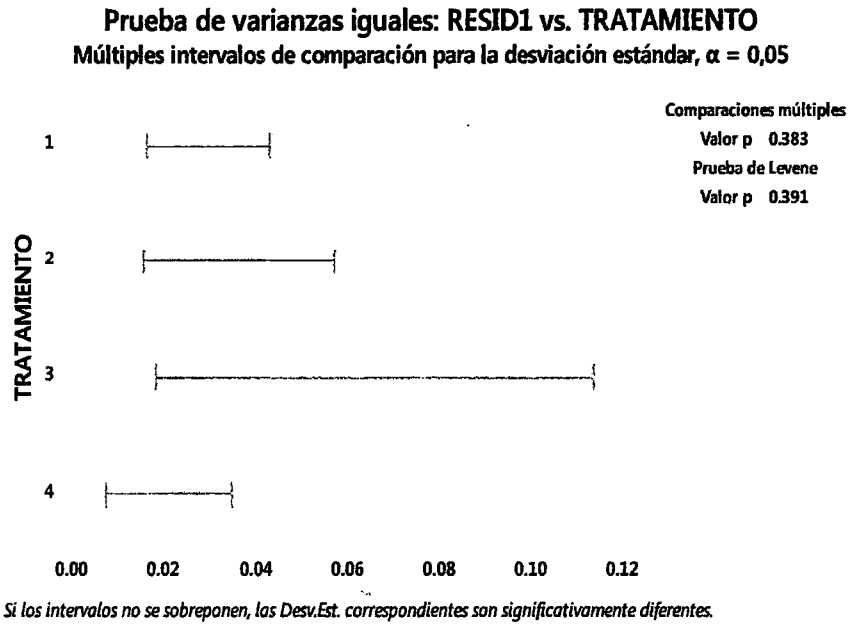
Anexo 43. Resumen de supuestos para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS



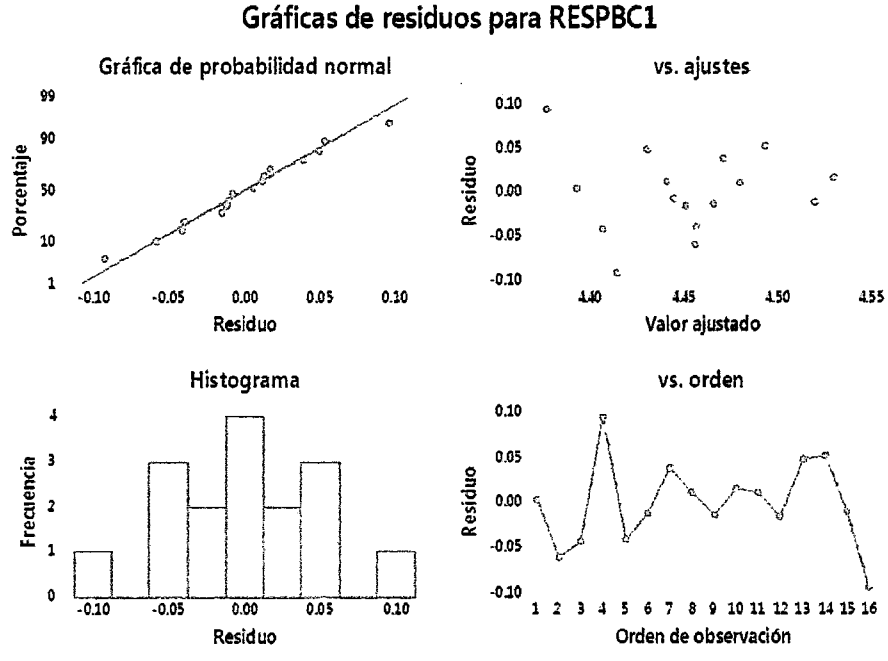
Anexo 44. Prueba de normalidad del % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS.



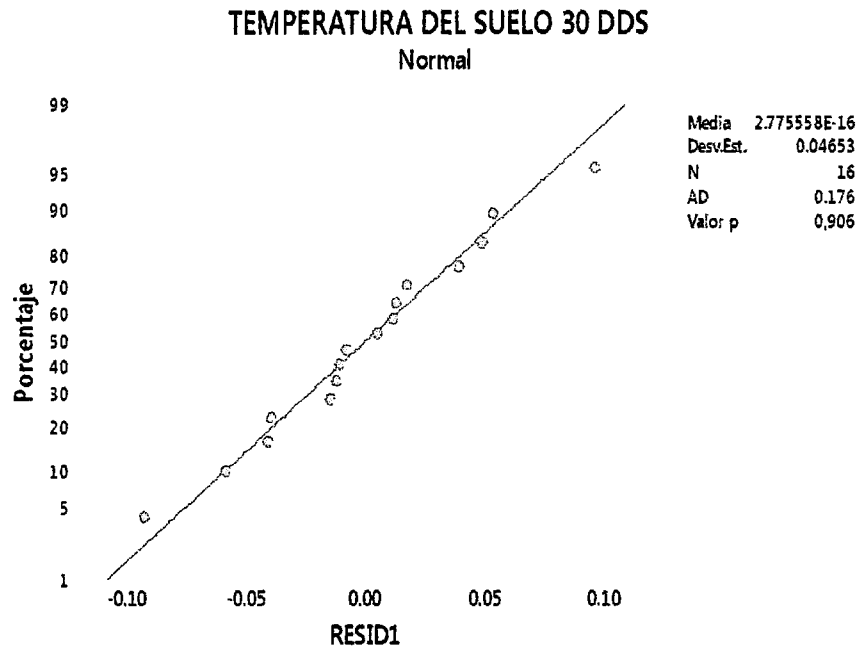
Anexo 45. Prueba de homogeneidad de varianza para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS.



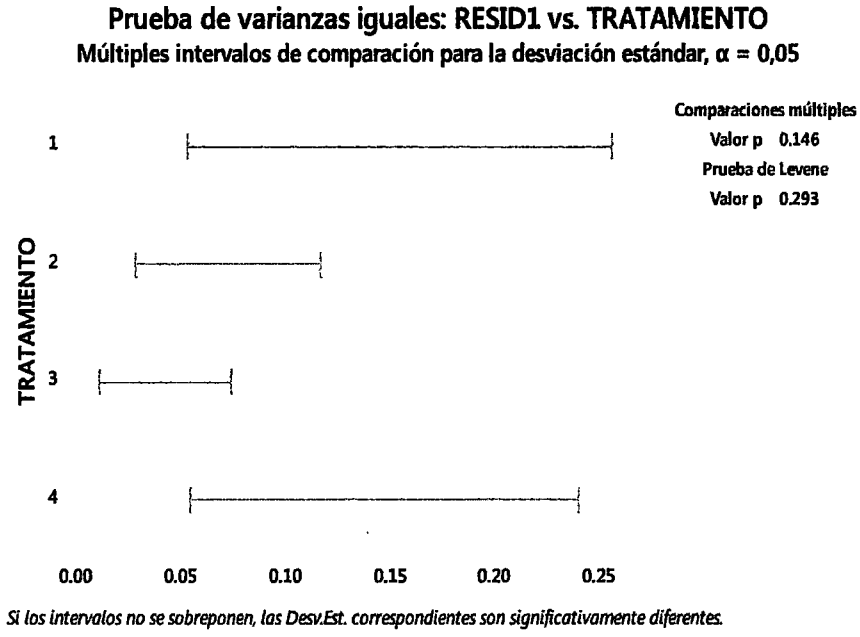
Anexo 46. Resumen de supuestos para la temperatura del suelo a 30 DDS



Anexo 47. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 30 DDS.

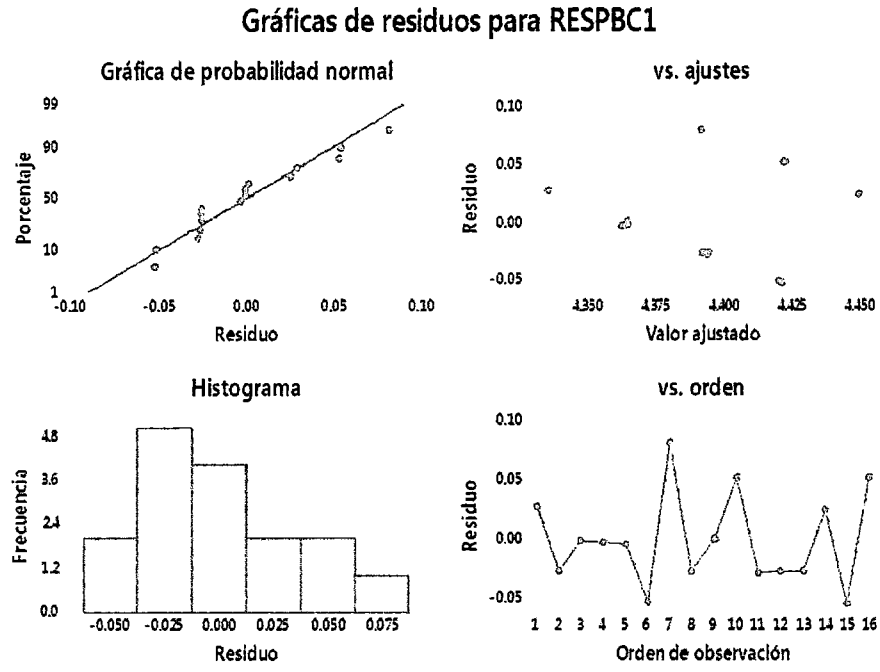


Anexo 48. Prueba de homogeneidad de varianza para temperatura del suelo a 30 DDS.

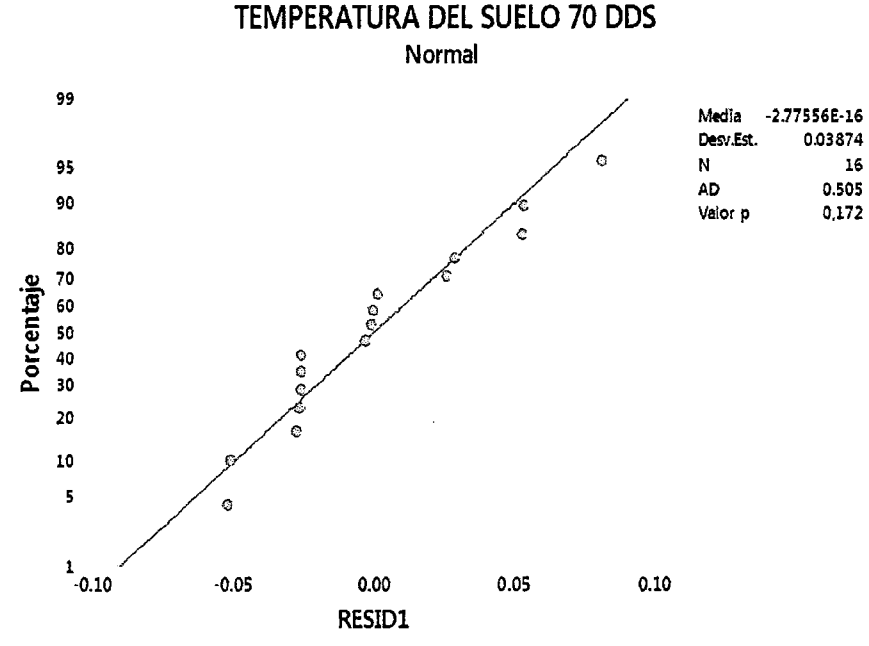


Si los intervalos no se sobreponen, las Desv.Est. correspondientes son significativamente diferentes.

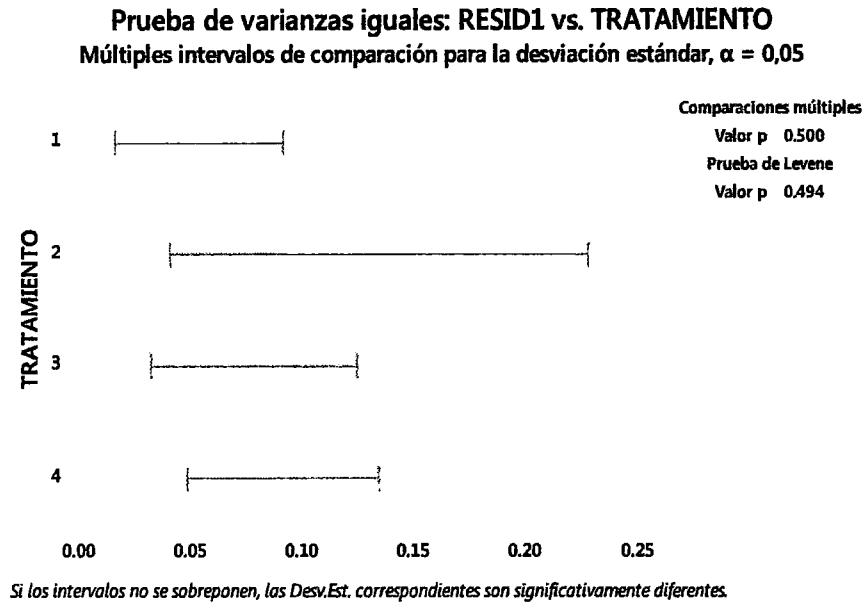
Anexo 49. Resumen de supuestos para temperatura del suelo a 70 DDS



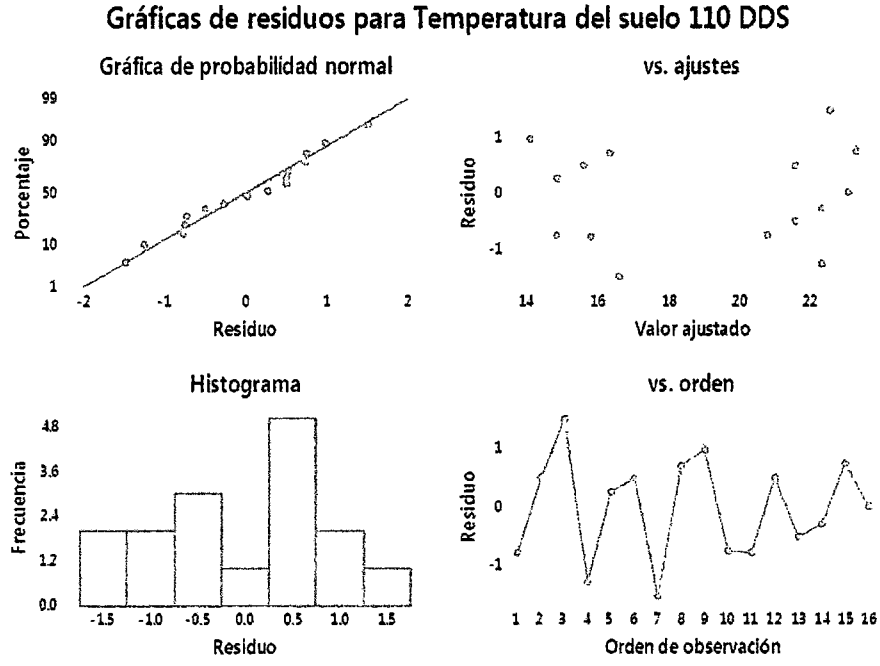
Anexo 50. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 70 DDS.



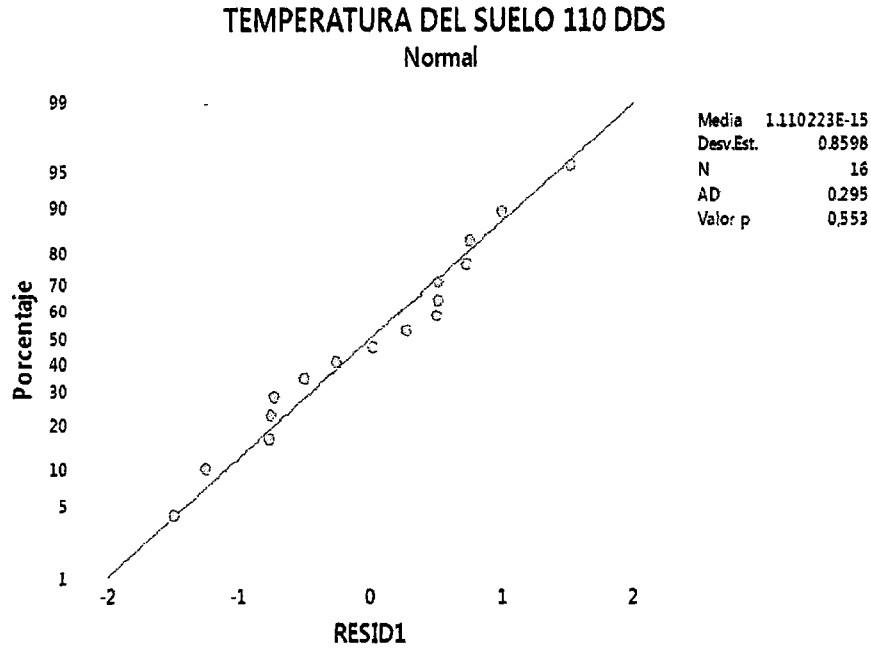
Anexo 51. Prueba de homogeneidad de varianzas para temperatura del suelo a 70 DDS.



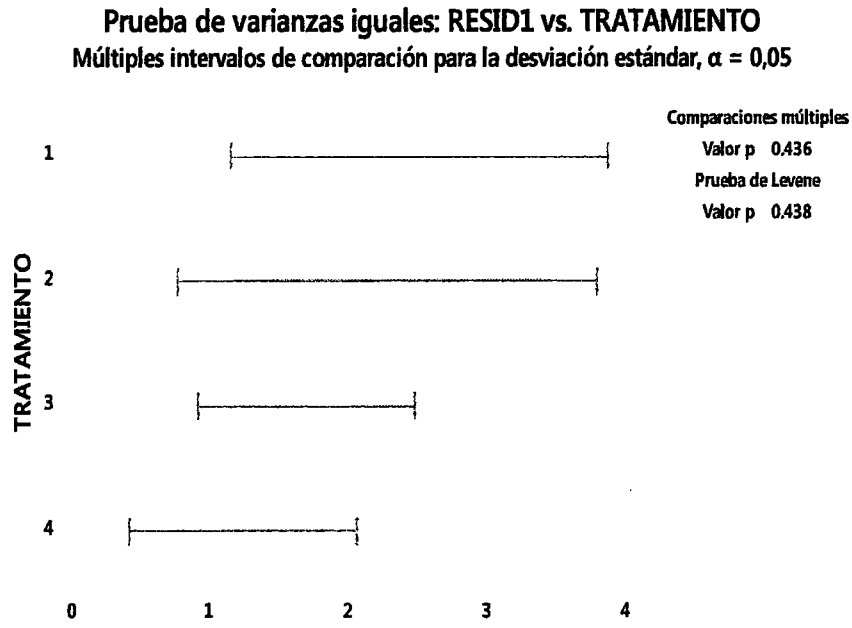
Anexo 52. Resumen de supuestos para temperatura del suelo a 110 DDS



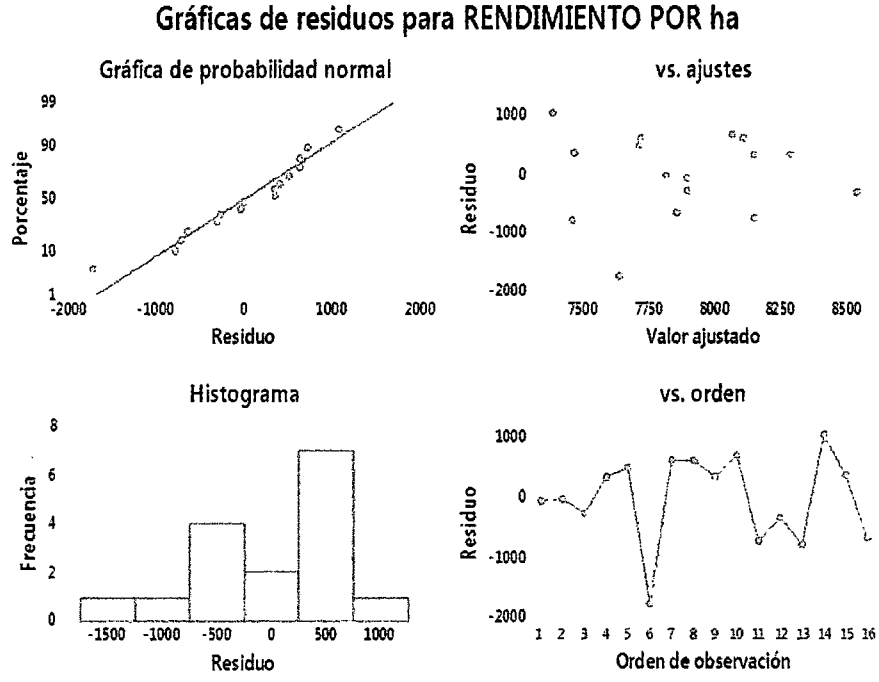
Anexo 53. Prueba de normalidad de temperatura del suelo a 110 DDS.



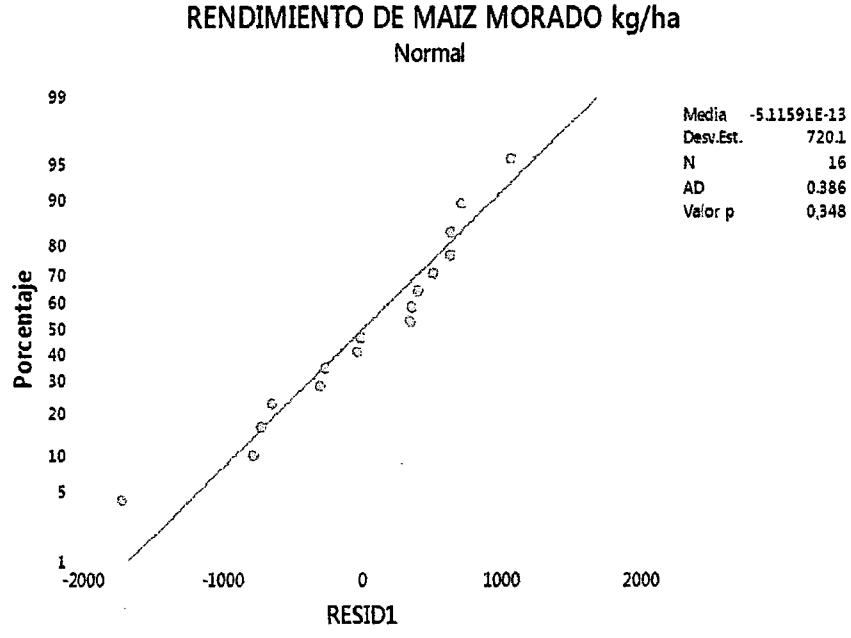
Anexo 54. Prueba de homogeneidad de varianzas para temperatura del suelo a 110 DDS.



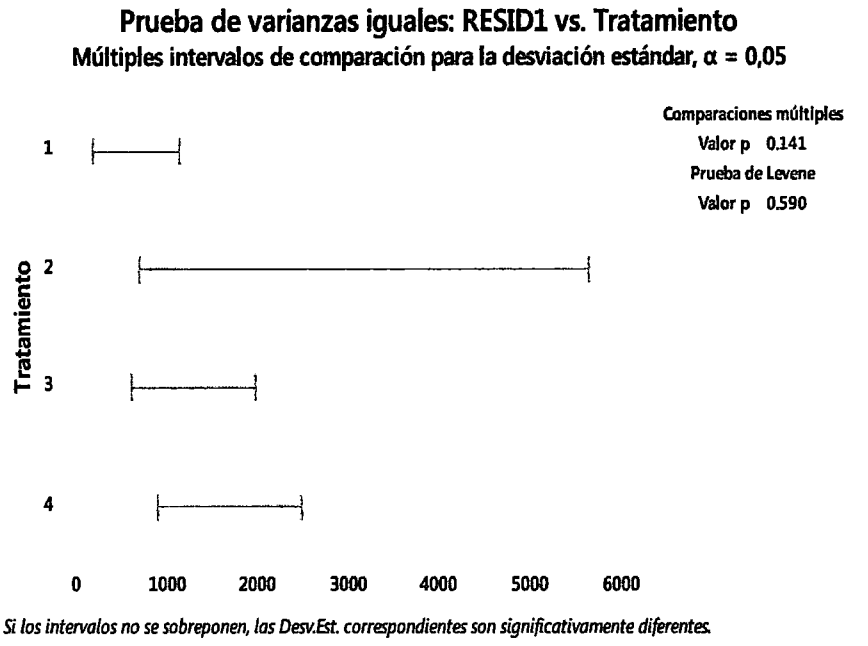
Anexo 55. Resumen de supuestos para rendimiento de maíz morado



Anexo 56. Prueba de normalidad para rendimiento de maíz morado

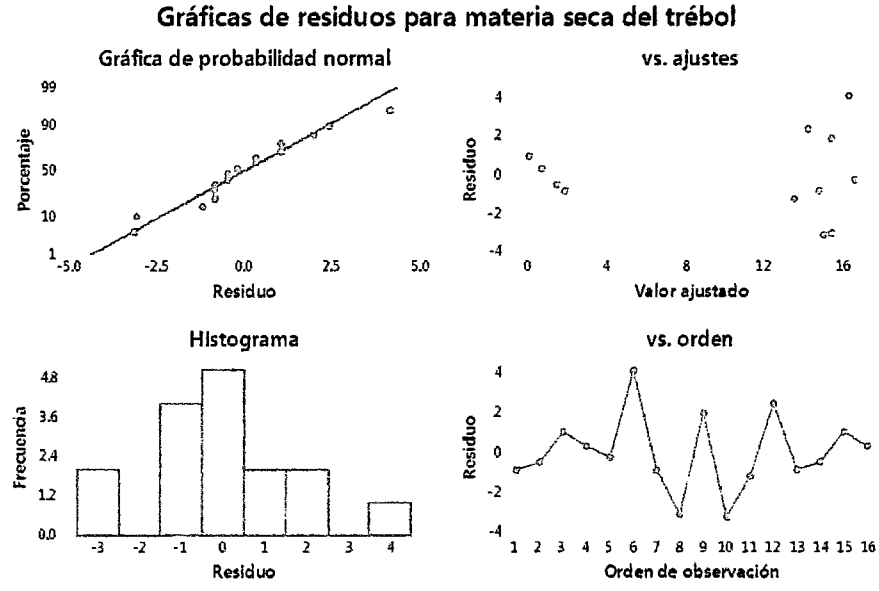


Anexo 57. Prueba de homogeneidad de varianzas para rendimiento de maíz morado

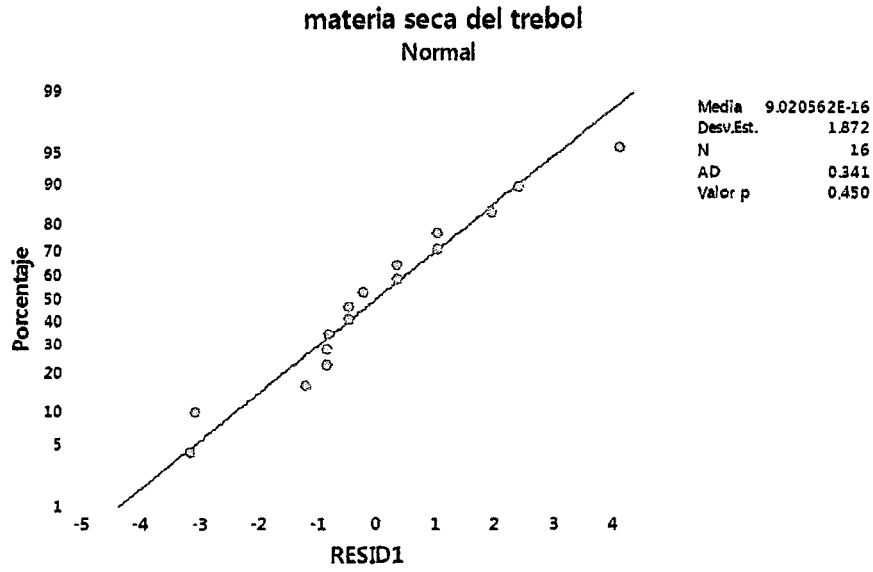


Si los intervalos no se sobreponen, las Desv.Est. correspondientes son significativamente diferentes.

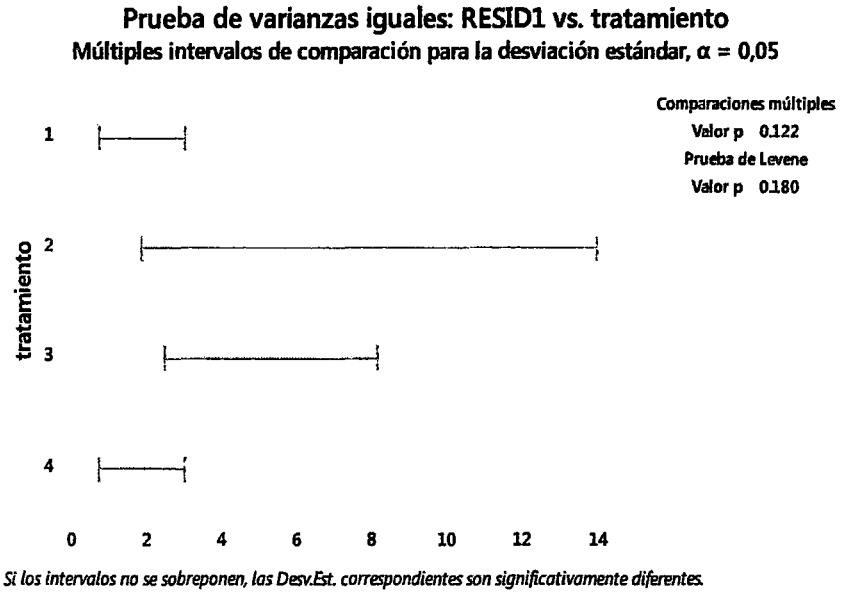
Anexo 58. Resumen de supuestos para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS.



Anexo 59. Prueba de normalidad para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS



Anexo 60. Prueba de homogeneidad de varianzas para materia seca foliar de *M. hispiga G.* a 110 DDS



ANALISIS DE VARIANZA (ANVA)

Anexo 61. Análisis de varianza del % de germinación plantas de maíz morado

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p	Sig. α:0,05
Tratamiento	3	0,005460	0,001820	0,95	0,456	N.S
bloque	3	0,008936	0,002979	1,56	0,267	N.S
Error	9	0,017232	0,001915			
Total	15	0,031628				
CV: 3,85%	Media:1,1931		S: 0,0459			

Anexo 62. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 30 DDS

Fuente	GL	SC.	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	497,48	165,827	26,07	0,000	*
bloque	3	28,37	9,457	1,49	0,283	NS
Error	9	57,24	6,360			
Total	15	583,10				
CV: 12,35%	Media: 50,49		S: 6,23			

Anexo 63. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 70 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	782,7	260,9	0,73	0,561	NS
bloque	3	1465,3	488,4	1,36	0,316	NS
Error	9	3229,3	358,8			
Total	15	5477,3				
CV: 9,70%	Media: 196,96		S: 19,11			

Anexo 64. Análisis de varianza de altura de planta (cm) de maíz morado a 110 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	80,66	26,89	0,55	0,660	NS
bloque	3	1301,87	433,96	8,88	0,005	*
Error	9	439,70	48,86			

Total	15	1822,22				
CV: 4,84%	Media: 227,58		S: 11,02			

Anexo 65. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 30 DDS

Fuente	GL	SC.	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	2,1243	0,70810	6,73	0,011	*
bloque	3	0,2596	0,08654	0,82	0,514	NS
Error	9	0,9468	0,10520			
Total	15	3,3308				
CV:17,86	Media: 2,638		S: 0,471			

Anexo 66. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 70 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	7,534	2,5113	0,88	0,487	NS
bloque	3	2,843	0,9477	0,33	0,802	NS
Error	9	25,662	2,8513			
Total	15	36,039				
CV:8,49%	Media: 18,263		S:1,550			

Anexo 67. Análisis de varianza de peso seco foliar (g) de maíz morado a 110 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	16,951	5,650	1,93	0,195	NS
bloque	3	7,659	2,553	0,87	0,491	NS
Error	9	26,355	2,928			
Total	15	50,965				
CV: 6,51%	Media: 28,300		S: 1,843			

Anexo 68. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	0,000552	0,000184	0,14	0,935	NS
bloque	3	0,003232	0,001077	0,80	0,522	NS
Error	9	0,012050	0,001339			

Total	15	0,015834				
CV:5,78%	Media: 0,56238		S: 0,03249			

Anexo 69. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	0,009019	0,003006	6,85	0,011	*
bloque	3	0,001232	0,000411	0,94	0,463	NS
Error	9	0,003948	0,000439			
Total	15	0,014199				
CV:5,61%	Media: 0,54851		S:0,03077			

Anexo 70. Análisis de varianza del % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	0,010479	0,003493	7,75	0,007	*
bloque	3	0,002046	0,000682	1,51	0,277	NS
Error	9	0,004058	0,000451			
Total	15	0,016583				
CV:6,29%	Media:0,52852		S:0,03325			

Anexo 71. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 30 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	0,01313	0,004376	1,21	0,360	NS
bloque	3	0,01413	0,004712	1,31	0,331	NS
Error	9	0,03248	0,003609			
Total	15	0,05974				
CV:2,83%	Media: 19,819		S: 0,561			

Anexo 72. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 70 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	0,006415	0,002138	0,85	0,499	
bloque	3	0,006537	0,002179	0,87	0,491	

Error	9	0,022515	0,002502			
Total	15	0,035467				
CV: 1,11%	Media: 4,3924		S:0,0486			

Anexo 73. Análisis de varianza de temperatura (°C) del suelo a 110 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	183,707	61,236	49,71	0,000	*
bloque	3	7,465	2,488	2,02	0,182	NS
Error	9	11,088	1,232			
Total	15	202,260				
CV:19,52%	Media: 18,814		S:3,672			

Anexo 74. Análisis de varianza del rendimiento (kg) de maíz morado a 140 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig. α : 0,05
tratamiento	3	1014348	338116	0,39	0,762	NS
bloque	3	540530	180177	0,21	0,888	NS
Error	9	7777763	864196			
Total	15	9332641				
CV: 10,01%	Media: 7880		S: 789			

Cuadro 75. Análisis de varianza de materia seca foliar (g) de *M. hispiga* G. a 110 DDS

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p	Sig.α : 0,05
tratamiento	3	805,631	268,544	45,95	0,000	*
bloque	3	8,484	2,828	0,48	0,702	NS
Error	9	52,593	5,844			
Total	15	866,707				
CV: 94.05	Media: 8,08		S: 7.60			

PRUEBA DE COMPARACIONES DE TUKEY (α: 0,05)

Anexo 76. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % porcentaje de emergencia.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	1,22269	A
4	4	1,19094	A
1	4	1,18698	A
2	4	1,17195	A

Anexo 77. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 30 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	56,800	A
1	4	55,175	A
2	4	46,000	B
4	4	43,975	B

Anexo 78. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 70 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	207,750	A
2	4	197,150	A
4	4	194,525	A
1	4	188,400	A

Anexo 79. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para altura de planta a 110 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	231,200	A
2	4	227,525	A
4	4	226,400	A
1	4	225,200	A

Anexo 80. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	3,08992	A

1	4	2,90352	A B
4	4	2,28870	B
2	4	2,27149	B

Anexo 81. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a 70 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	19,2082	A
1	4	18,6165	A
2	4	17,7163	A

Anexo 82. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para peso seco foliar del maíz morado a 110 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	29,6066	A
1	4	28,8648	A
2	4	27,8450	A
4	4	26,8841	A

Anexo 83. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 30 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	4	0,571736	A
3	4	0,562970	A
2	4	0,557926	A
1	4	0,556876	A

Anexo 84. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 70 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	0,585721	A
2	4	0,552585	A B
4	4	0,528488	B
1	4	0,527232	B

Anexo 85. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para % de humedad gravimétrica del suelo a 110 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
2	4	0,556449	A
3	4	0,551366	A B
4	4	0,506910	B C
1	4	0,499353	C

Anexo 86. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 30 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	4,48143	A
2	4	4,47168	A
4	4	4,44503	A

Anexo 87. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 70 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	4	4,42065	A
3	4	4,39350	A
2	4	4,39122	A
1	4	4,36406	A

Anexo 88. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para temperatura del suelo a 110 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	4	22,5625	A
1	4	21,8000	A
2	4	15,8300	B
3	4	15,0650	B

Anexo 89. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para rendimiento de maíz morado a 140 DDS.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	4	8224,60	A

1	4	7968,71	A
2	4	7789,54	A
4	4	7535,35	A

Anexo 90. Comparaciones Múltiples de Tukey (α: 0,05) para materia seca foliar *M. hispiga* a 110 DDS

.TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
2	4	15,7837	A
3	4	14,5459	A
4	4	1,0000	B
1	4	1,0000	B

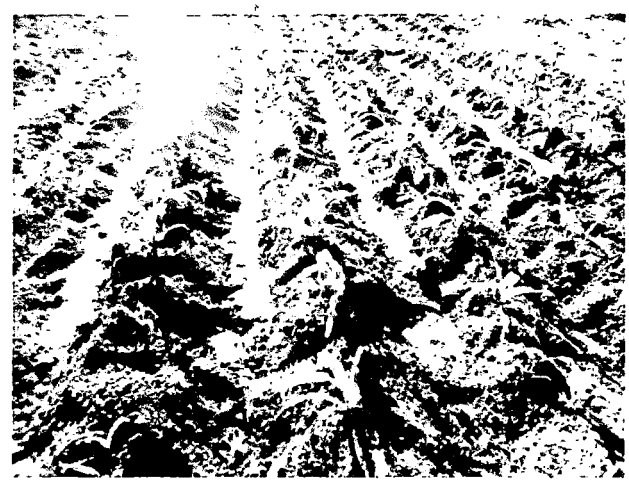
VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

Anexo 91. Semilla del maíz morado Var. Canteño.

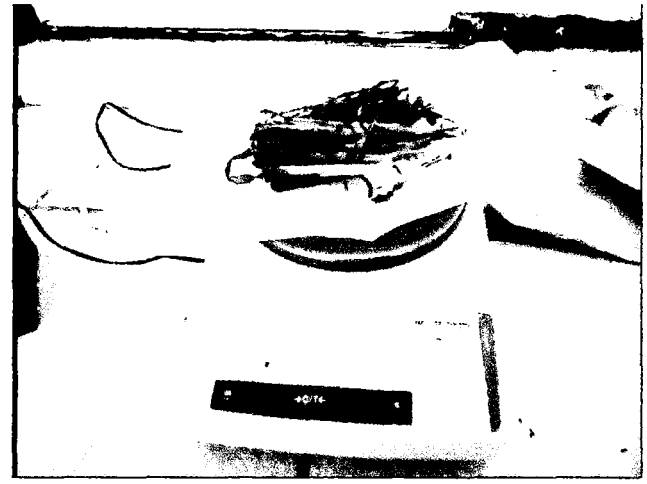
Anexo 92. Aporque del maíz morado a 30 DDS.

Anexo 93. Siembra del trébol asociado al maíz morado en el momento del aporque.

Anexo 94. Riego del maíz morado después del aporque.

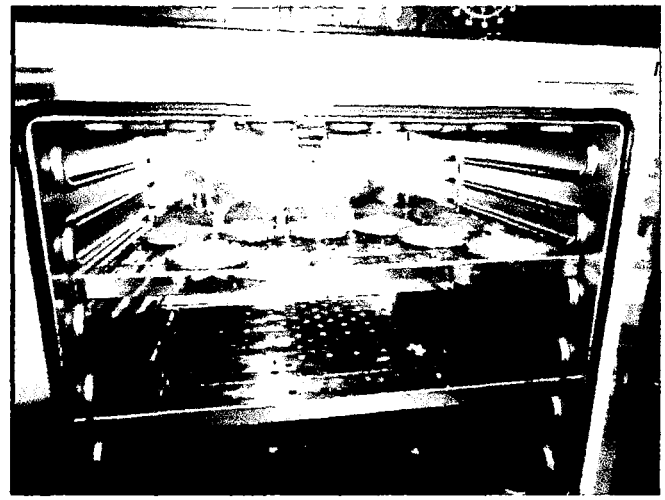


Anexo 95. Peso seco foliar del maíz morado a 30 DDS.

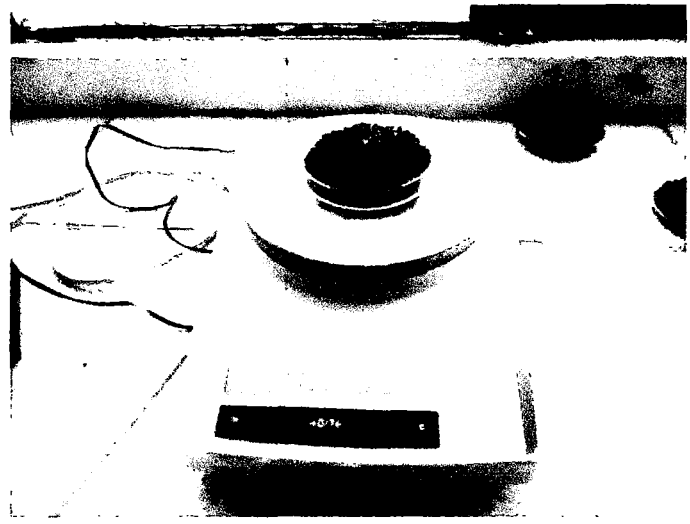


Anexo 96. Pesado de la muestra de suelo húmedo.

Anexo 97. Secado en la estufa de las muestras de suelo húmedo

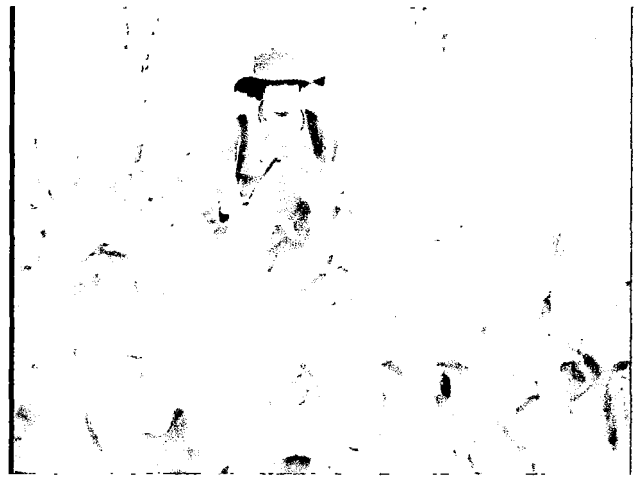


Anexo 98. Pesado de la muestra del suelo seco a la estufa.

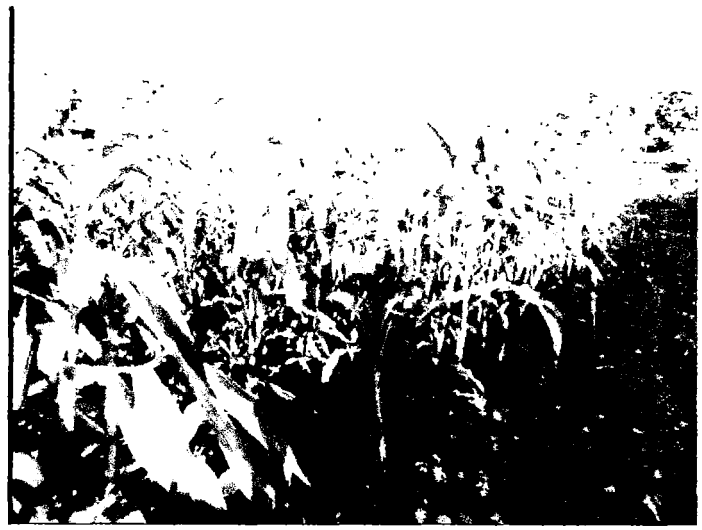


Anexo 99. Aplicación del riego en maíz morado.

Anexo 100. Pulverización del maíz morado para control de cogollero.



Anexo 101. El maíz morado a los 70 DDS.

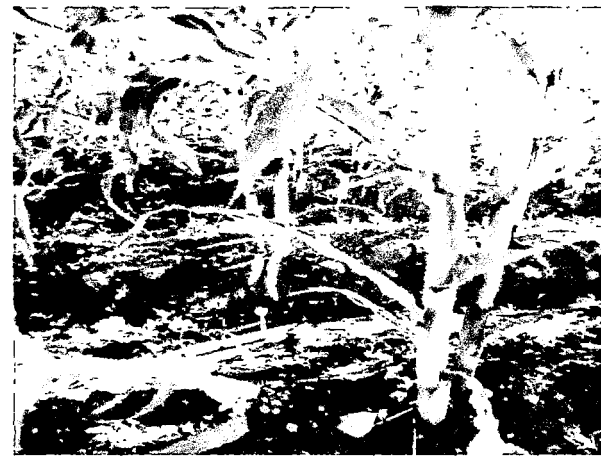


Anexo 102. Crecimiento del trébol asociado al maíz morado.

Anexo 103. Crecimiento del trébol.

Anexo 104. Muestra del maíz morado a 70 DDS.

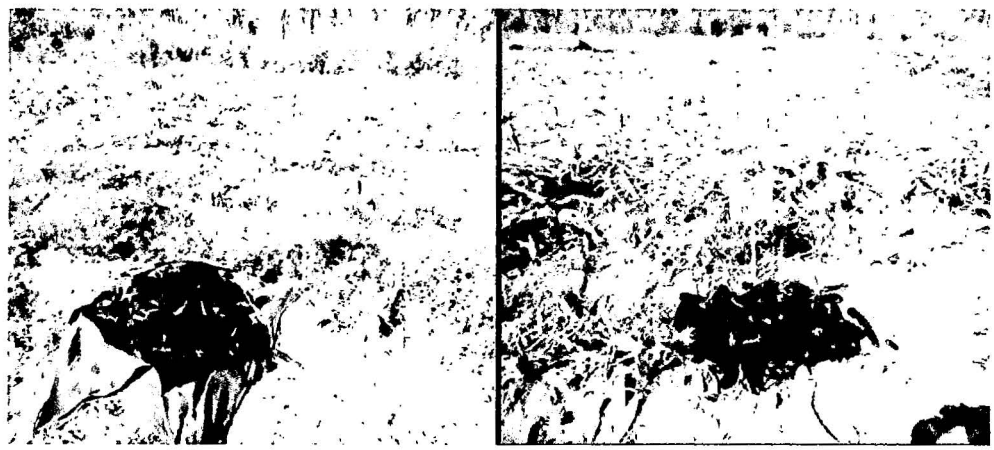
Anexo 105. Evaluación de la temperatura del suelo.



Anexo 106. Cobertura del trébol en el cultivo de maíz morado.

Anexo 107. El cultivo de maíz morado sin cobertura de trébol.

Anexo 108. El cultivo de maíz morado semi – seco listo para la cosecha.

Anexo 109. Despanque del maíz morado.

Anexo 110. Determinación del rendimiento del cultivo de maíz morado.