

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD
IBTA ALGARROBAL 108 EN LA COMUNIDAD DE SAN JOSECITO PROV.
O’CONNOR”**

Por:

JOSE SALINAS CUEVAS

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado
Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

GESTIÓN 2024

TARIJA – BOLIVIA

V° B°

Ing. Roxana Beatriz Quispe Quisbert
PROFESOR GUÍA

M.Sc Ing. Milton Javier Caba Olguin
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno Lopez
**VICEDECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez

M.Sc. Ing. Martin Oscar Tordoya Rojas

El Tribunal Calificador del presente Trabajo,
no se solidariza con la forma, términos,
modos y expresiones vertidas en el mismo,
siendo las mismas responsabilidades del
autor.

DEDICATORIAS:

Dedico con mucho cariño y amor a mis padres y queridos hermanos que me brindaron su apoyo incondicional. A mi esposa por enseñarme a luchar en la vida y brindarme todo su apoyo y amor.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por haberme dado una vida, salud y una familia hermosa.

A mis padres, Jose Salinas, Dionicia Cuevas y hermanos por brindarme su cariño y apoyo constante, en todos los momentos de mi vida.

A mi docente de la materia de profesionalización II, Ing. Linder Espinoza por el apoyo y la orientación que me brindo.

A mi esposa Laura Aguirre por brindarme todo su apoyo y amor en esta etapa de mi vida.

A mi hijo Sebastian Salinas por darme las fuerzas para seguir luchando en la vida y poder superar todos los obstáculos y culminar la carrera.

ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

Índice

	Página
1. Introducción.....	1
2. Problema	4
3. Justificación	6
4. Objetivos	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
5. Hipótesis	7

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

	Página
1.1. Origen.....	8
1.2. Difusión del maíz	8
1.3. Producción mundial del maíz.....	8
1.4. Producción del maíz en Bolivia.....	9

1.5. Producción de maíz en el departamento de Tarija	9
1.6. Producción de maíz en la República de Argentina	9
1.7. Taxonomía	10
1.8. Morfología.....	10
1.8.1. Raíces.....	10
1.8.2. Tallo.....	11
1.8.3. Hojas.....	11
1.8.4. Inflorescencia.....	11
1.9. Ciclo vegetativo del maíz	11
1.9.1. Nascencia.....	11
1.9.2. Crecimiento.....	11
1.9.3. Floración	12
1.9.4. Fructificación.....	12
1.9.5. Maduración y secado	12
1.10. Exigencias del cultivo.....	13
1.10.1. Temperatura.....	13
1.10.2. Humedad.....	14
1.10.3. Suelo	14
1.11. Fertilización	14
1.11.1. Nitrógeno.....	15
1.11.1.1. Ciclo del nitrógeno en el suelo.....	15
1.11.1.2. Amonificación.....	16

1.11.1.3.	Nitrificación	17
1.11.1.4.	Asimilación.....	17
1.11.1.5.	Nitrógeno disponible o mineralizado.....	17
1.11.1.6.	Eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado.....	18
1.11.1.7.	Periodo de máxima absorción del nitrógeno en la planta de maíz	18
1.11.1.8.	Funciones del nitrógeno en la planta de maíz.....	19
1.11.1.9.	Deficiencias de nitrógeno en la planta de maíz.....	19
1.11.1.10.	Contenido de nitrógeno en el suelo	20
1.11.2.	Fósforo.....	20
1.11.2.1.	Funciones del fósforo en la planta de maíz	21
1.11.2.2.	Deficiencia de fósforo en la planta de maíz.....	21
1.11.2.3.	Contenido de fósforo asimilable.....	21
1.11.3.	Potasio	22
1.11.3.1.	Síntomas de deficiencia en la planta de maíz	22
1.11.3.2.	Cualidades positivas del potasio en la planta de maíz	23
1.11.3.3.	Contenido de potasio en el suelo	23
1.11.3.4.	Extracción de nutrientes.....	23
1.12.	Fertilizantes	24
1.12.1.	Urea (46-00-00).....	24
1.12.2.	Fosfato diamónico 18-46-00.....	25
1.12.3.	NPK (20-20-20).....	25
1.13.	Manejo del cultivo	26

1.13.1. Preparación del terreno.....	26
1.13.2. Siembra	26
1.13.3. Densidad de siembra	26
1.13.4. Fertilización	27
1.13.5. Control de malezas.....	27
1.13.6. Raleo	28
1.13.7. Escardillado o deshierba.....	28
1.13.8. Aporque.....	28
1.13.9. Riego	29
1.13.10. Controles fitosanitarios.....	29
1.13.10.1. Plagas.....	30
1.13.10.1.1. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	31
1.13.10.1.2. Pulgones (<i>Rhopalosiphum maidis</i>)	32
1.13.10.2. Enfermedades	33
1.13.10.2.1. Carbón del maíz (<i>Ustilago maydis</i>)	33
1.13.10.2.2. Pudrición de mazorca por fusarium (<i>Fusarium spp.</i>) (<i>Giberella spp.</i>)	34
1.13.11. Cosecha.....	35
1.13.12. Post-cosecha	36
1.13.13. Almacenamiento	36

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

	Página
2.1. Descripción del área de estudio.....	37
2.2. Localización	37
2.3. Ubicación	37
2.4. Clima	38
2.4.1. Temperatura.....	38
2.4.2. Precipitaciones.....	38
2.4.3. Heladas.....	39
2.4.4. Viento	39
2.5. Suelos.....	40
2.6. Descripción económica de la zona	40
2.7. Materiales.....	40
2.7.1. Material vegetal.....	40
2.7.2. Herramientas menores y equipo	41
2.7.3. Materiales de gabinete	41
2.7.4. Insumos	41
2.8. Metodología	41
2.8.1. Diseño experimental.....	42
2.8.2. Fertilizante a emplearse.....	42

2.8.3. Niveles de fertilización	42
2.8.4. Tratamientos.....	43
2.8.5. Diseño de campo	44
2.9. Selección de la finca	45
2.10. Delimitación de parcelas.....	45
2.11. Toma de muestras	45
2.11.1. Muestreo de suelos	45
2.12. Análisis de suelo.....	46
2.13. Labores culturales.....	46
2.14. Variable a evaluar	48

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Página
3.1. Características físico-químicas del suelo.....	49
3.1.1. Análisis químico del suelo del lugar de ensayo.....	49
3.1.2. Análisis físico del suelo.....	50
3.2. Altura de la planta	50
3.2.1. Análisis de varianza de la altura de planta	51
3.2.2. Prueba de Tukey para altura de planta	52
3.3. Longitud de la mazorca	53
3.3.1. Análisis de varianza de la longitud de la mazorca en (cm)	54
3.4. Diámetro de la mazorca en (cm)	56
3.4.1. Análisis de varianza del diámetro de la mazorca en (cm)	56
3.5. Peso de granos por mazorca en (gr)	58
3.5.1. Análisis de varianza del promedio de peso de granos por mazorca	59
3.6. Rendimiento por hectárea	60
3.6.1. Análisis de varianza del rendimiento del maíz (Zea mays) Var. IBTA algarrobal 108 en Tn/Ha.	61
3.3. Prueba de Tukey	62

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. Conclusiones	64
4.2. Recomendaciones	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1. Requerimientos térmicos según el ciclo fenológico del maíz	13
Cuadro N° 2. Contenido de nitrógeno asimilable.....	20
Cuadro N° 3. Contenido de fósforo asimilable (ppm).....	21
Cuadro N° 4. Niveles de fertilidad de potasio.....	23
Cuadro N° 5. Nutrientes absorbidos por el cultivo de maíz con rendimiento de 11,3 tn/ha.....	23
Cuadro N° 6. Extracción de nutrientes/ tonelada grano Índice de cosecha.....	24
Cuadro N° 7. Principales insectos plagas del cultivo del maíz	30
Cuadro N° 8. Manejo de la plaga (gusano cogollero)	31

Cuadro N° 9.	Manejo de la plaga (pulgones).....	32
Cuadro N° 10.	Principales enfermedades del cultivo del maíz	33
Cuadro N° 11.	Manejo de la enfermedad (Ustilago maydis).....	34
Cuadro N° 12.	Manejo de la enfermedad (Fusarium spp)	35
Cuadro N° 13.	Actividades agropecuarias de la zona.....	40
Cuadro N° 14.	Características vegetativas de la variedad	40
Cuadro N° 15.	Cantidad de fertilizante para cada tratamiento	43
Cuadro N° 16.	Análisis químico del suelo	49
Cuadro N° 17.	Análisis físico del suelo	50
Cuadro N° 18.	Altura de la planta en metros (m)	51
Cuadro N° 19.	Análisis de varianza de la altura de planta en (m)	51
Cuadro N° 20.	Prueba de Tukey: altura de planta	52
Cuadro N° 21.	Longitud de la mazorca (cm)	54
Cuadro N° 22.	ANOVA longitud de la mazorca	54
Cuadro N° 23.	Prueba de Tukey: longitud de mazorca	55
Cuadro N° 24.	Diámetro de la mazorca	56
Cuadro N° 25.	ANOVA de diámetro de mazorca	56
Cuadro N° 26.	Prueba de Tukey para el diámetro de la mazorca	57
Cuadro N° 27.	Peso de granos por mazorca en (gr)	58
Cuadro N° 28.	ANOVA para peso de granos por mazorca	59
Cuadro N° 29.	Prueba de Tukey para peso de granos por mazorca	59
Cuadro N° 30.	Rendimiento	61

Cuadro N° 31. ANOVA rendimiento (Tn/Ha).....	61
Cuadro N° 32. Prueba de Tukey para el rendimiento (tn/ha)	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1. Ciclo del nitrógeno en el suelo.....	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico N° 1. Acumulación de N en la biomasa aérea del Maíz en función del tiempo	19
Gráfico N° 2. Precipitaciones de San Josecito	39
Gráfico N° 3. Altura de la planta (m)	53
Gráfico N° 4. Longitud de mazorca (cm)	55
Gráfico N° 5. Diámetro de mazorca en (cm)	57
Gráfico N° 6. Peso de granos por mazorca en (gr)	60
Gráfico N° 7. Rendimiento Tn/Ha	63

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Análisis de suelo de la parcela en estudio.
- Anexo 2.** Interpretación de análisis de suelo.
- Anexo 3.** Calculo de los nutrientes en tn/ha.
- Anexo 4.** Rendimiento calculado.
- Anexo 5.** Costos de producción para el tratamiento 1.
- Anexo 6.** Costos de producción para el tratamiento 2.
- Anexo 7.** Costos de producción para el tratamiento 3.
- Anexo 8.** Costos de producción para el tratamiento 4.
- Anexo 9.** Relación beneficio/ costo para cada tratamiento.
- Anexo 7.** Identificación y levantamiento de las principales características del suelo de la finca.
- Anexo 8.** Características internas del suelo (sitio de muestreo del estrato).
- Anexo 9.** Horizontes del suelo.
- Anexo 10.** Ubicación de la parcela.
- Anexo 11.** Recolección de muestras de suelo.
- Anexo 12.** Preparación del terreno.
- Anexo 13.** Delimitación de las parcelas.
- Anexo 14.** Siembra.
- Anexo 15.** Fertilización y aporque.
- Anexo 16.** Etapa fenológica v10.

Anexo 17. Etapa fenológica r4 (choclo).

Anexo 18. Síntomas de deficiencia de nitrógeno en el tratamiento **T1**.

Anexo 19. Doblado.

Anexo 20. Cosecha.

Anexo 21. Cosecha.

Anexo 22. Desgranado.