

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



**TESIS**

**“EFECTO DE DOS SISTEMAS DE LABRANZA EN EL CULTIVO DE DOS  
VARIETADES DE SORGO EN LA COMUNIDAD DE CARACHIMAYO”**

**Por:**

**MARIA BELEN OROSCO ALTAMIRANO**

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

**TARIJA-BOLIVIA**

2020

Vº.Bº

.....  
M. Sc. Ing. Martin Oscar Tordoya Rojas

**PROFESOR GUÍA**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**DECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga  
**VICEDECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Henry Esnor Valdez Huanca

**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Lola Zenteno Reyes

**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin

**TRIBUNAL**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, guiarme, protegerme y sostenerme fielmente en este periodo pese a las dificultades, quien me dio fortaleza, salud y esperanza para terminar mi trabajo.

Con todo mi amor a mis padres: Julián Orosco y Lila Altamirano, pilares fundamentales en mi vida, por darme todo su amor y cariño, por estar siempre conmigo y haberme brindado apoyo incondicional durante toda mi carrera, por haberme dado la herencia más valiosa que puede recibir. Gracias por esta oportunidad de culminar mis estudios.

A mis bellos hermanos: Genrri Orosco, Silvia Orosco y Cristian Orosco, por el apoyo incondicional para realizarme como profesional y por sus valiosos consejos que retroalimentaron mi deseo de superación.

## **AGRADECIMIENTOS:**

En esta presente tesis dejo mi constancia de mi eterno agradecimiento a Dios, por haberme dado siempre fuerzas para poder cumplir una meta más.

A mis queridos padres: Julián Orosco y Lila Altamirano, a mis hermanos y amigos por apoyarme en todo momento.

A mi Universidad Juan Misael Saracho, especialmente a mi carrera Ingeniera Agronómica por haberme cobijado con el calor de un hogar del que nos llevamos grandes recuerdos.

A mi profesor guía Ing.: Martin Oscar Tordoya Rojas por haberme brindando todo su colaboración y apoyo en mi trabajo de investigación.

A todos mis Docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica por brindado sus conocimientos y experiencias para mi formación profesional.

A mis tribunales Ing.: Milton Javier Caba Olguín, a la Ing.: Lola Zenteno Reyes y al Ing.: Henry Valdez Huanca por el apoyo incondicional.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN. ....	2
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVOS. ....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos. ....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
1.MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 ORIGEN DEL SORGO .....	4
1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	5
1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL SORGO .....	5
1.3.1 Raíz .....	5
1.3.2 Tallo .....	6
1.3.3 Hoja.....	6
1.3.4 Inflorescencia .....	7
1.3.5 Fruto.....	7
1.3.6 Semilla .....	7
1.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE SORGO .....	7
1.4.1 REQUERIMIENTO EDÁFICO DEL CULTIVO DE SORGO.....	7
1.4.1.1 La textura .....	7
1.4.1.2 El pH .....	8

1.4.1.3 La densidad aparente.....	8
1.4.1.4 La materia orgánica.....	9
1.4.2 REQUERIMIENTOS CLIMATOLÓGICOS DEL CULTIVO DE SORGO.....	10
1.4.2.1 Requerimiento de temperatura del cultivo de sorgo .....	10
1.4.2.2 Requerimiento de humedad relativa del cultivo de sorgo.....	10
1.4.2.3Requerimiento hídrico del cultivo de sorgo .....	10
1.4.2.4 Requerimientos de horas de sol del cultivo de sorgo.....	12
1.5 CICLO VEGETATIVO .....	12
1.5.1 ETAPAS FENOLÓGICAS.....	13
1.5.1.1 Fase Vegetativa.....	13
1.5.1.2 Fase reproductiva .....	14
1.5.1.3 Fase de Maduración .....	15
1.6 FOTOPERIODO DEL CULTIVO DE SORGO.....	15
1.7 REQUERIMIENTO DE NUTRICIÓN MINERAL DEL CULTIVO DE SORGO.....	16
1.7.1 Nitrógeno. ....	16
1.7.2 Fósforo. ....	17
1.7.3 Potasio.....	17
1.7.4 Calcio .....	17
1.7.5 Magnesio.....	18
1.7.6 Sodio .....	19
1.7.6.1 El sodio en la planta .....	19

1.8 ROTACIÓN DE CULTIVO .....	20
1.9 MANEJO DEL CULTIVO .....	21
1.9.1 Preparación del terreno. ....	21
1.9.2 Siembra. ....	21
1.9.3 Densidad de siembra. ....	21
1.9.4 Fertilización.....	21
1.9.5 El aporque .....	22
1.9.6 Raleo. ....	22
1.9.7 Riego .....	22
1.9.8 Control de malezas. ....	23
1.9.9 Plagas .....	24
1.9.9.1 Insecto de suelo.....	24
1.9.9.2 Insectos del follaje.....	25
1.9.10 Enfermedades del sorgo .....	26
1.9.11 Cosecha .....	27
1.10 RENDIMIENTO.....	27
1.11 VALOR NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE SORGO .....	27
1.12 Labranza.....	28
1.12.1 Características de la Labranza.....	28
1.12.3 Tipos de Labranza .....	28
1.12.4 Actividades de la Labranza .....	29
1.13 SISTEMAS DE SURCOS .....	30
1.13.1 Surcos simples.....	30



1.13.2 Surcos de contreos .....	30
1.13.2.1 Ventajas del contreo.....	31
1.13.2.2 Desventajas .....	32
1.13.2.3 Recomendaciones .....	32

## **CAPÍTULO II**

2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
2.1 Localización .....	34
2.2 Ubicación .....	34
2.3 Clima.....	34
2.4 Suelo .....	35
2.5 Humedad relativa .....	35
2.6 Precipitación.....	35
2.7 Recursos naturales.....	35
2.7.1 Flora .....	35
2.7.2 Fauna .....	36
2.8 MATERIALES .....	36
2.8.1 Material vegetal.....	36
2.8.1.1 Sorgo Jumbo .....	37
2.8.1.2 Sorgo Fox Hibrido .....	37
2.8.2 Material de campo.....	37
2.8.3 Material de laboratorio.....	37
2.8.4 Equipo y Herramienta .....	38

2.9 METODOLOGÍA .....	38
2.9.1 Diseño experimental.....	38
2.9.1.1 Tratamientos.....	38
2.10 DISEÑO DE CAMPO .....	39
2.10.1 Características del campo.....	39
2.11. ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO .....	40
2.12. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	40
2.12.1 Preparación del terreno .....	40
2.12.2 Tratamiento de la semilla.....	41
2.12.3 Siembra .....	41
2.12.4 Densidad de siembra .....	41
2.13. LABORES CULTURALES .....	41
2.14 Variables estudiadas .....	42
2.14.1 Estudios complementarios .....	43
2.14.2 Tabulación y análisis de datos.....	43

### **CAPÍTULO III**

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	44
3.1 Identificación de los parámetros del suelo .....	44
3.1.1 Parámetros físicos del suelo donde se realizó el ensayo .....	45
3.1.1.1 Determinación de las frecuencias de riego para el cultivo del sorgo en la comunidad de Carachimayo bajo dos sistemas de surcos. ....	46
3.1.2 Parámetros químicos del suelo donde se realizó el ensayo.....	49

3.2 Evaluación de las características agronómicas de dos variedades de sorgo ( <i>Sorghum vulgare</i> ) bajo dos sistemas de surco en la comunidad de Carachimayo.	53
3.2.1 Altura de la planta de dos variedades de sorgo bajo dos sistemas de surco a los 70 días después de la siembra. ....	53
3.2.2 Evaluación del ancho de la hoja de la planta de dos variedades de sorgo bajo dos sistemas de surco.....	57
3.2.3 Evaluación del largo de la hoja de la planta de dos variedades de sorgo bajo dos sistemas de surco.....	60
3.2.4. Análisis de Resultados Rendimiento en t/ha en verde .....	64
3.2.5. Rendimiento de la materia seca en t/ha del cultivo de dos variedades de sorgo bajo dos sistemas de surcos.....	68
3.3. Evaluación las propiedades nutritivas de dos variedades de cultivo de sorgo bajo dos sistemas de labranza en la comunidad de Carachimayo.....	71

## **CAPÍTULO IV**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
4.1. CONCLUSIONES .....	73
4.2 RECOMENDACIONES .....	75

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Páginas</b>
CUADRO N°1: Clasificación taxonómica de sorgo.....	5
CUADRO N° 2: Características de los suelos en función de su clase textural.....	9
CUADRO N° 3: Requerimiento de agua en el cultivo de sorgo.....	12
CUADRO N° 4 Especies Nativas.....	36
CUADRO N° 5 Fauna Silvestre .....	36
CUADRO N° 6. Resultados de los análisis físicos de suelo .....	45
CUADRO N° 7. Interpretación de los parámetros físicos del análisis de suelo.....	45
CUADRO N° 8. Frecuencia de riego considerando que la capacidad de retención de humedad del suelo baja de 100 a 0 % .....	47
CUADRO N° 9. Frecuencia de riego considerando que la capacidad de retención de humedad del suelo baja de 100% a 40 % .....	48
CUADRO N° 10. Número de veces regadas durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo del sorgo.....	49
CUADRO N° 11. Resultados de los análisis químicos de suelo.....	50
CUADRO N° 12. Interpretación de los parámetros químicos del análisis de suelo	51
CUADRO N° 13. Dosificación de fertilizante químico en el cultivo de sorgo bajo dos sistemas de siembra.....	52
CUADRO N° 14. Altura de la planta .....	53
CUADRO N° 15. Análisis de Varianza de la altura de la planta .....	54

CUADRO N° 16. Prueba de comparación de medias de Tukey Altura de la planta .....	55
CUADRO N° 17. Ancho de la hoja de dos variedades de sorgo y dos sistemas de surco a los 70 días después de la siembra. ....	57
CUADRO N° 18. Análisis de Varianza del ancho de las hojas de dos variedades de sorgo y dos sistemas de surco a los 70 días después de la siembra ...	58
CUADRO N° 19. Largo de la hoja de dos variedades de sorgo y dos sistemas de surco a los 20 días después de la siembra.....	60
CUADRO N° 20. Análisis de Varianza del largo de las hojas de dos variedades de sorgo y dos sistemas de surco a los 20 días después de la siembra ..	61
CUADRO N° 21. Prueba de comparación de medias de Tukey del Largo de hoja de dos variedades de sorgo y dos sistemas de surco a los 70 días después de la siembra. ....	62
CUADRO N° 22 Rendimiento en t/ha en verde.....	64
CUADRO N° 23. Análisis de Varianza del Rendimiento en t/ha en verde .....	65
CUADRO N° 24. Prueba de comparación de medias de Tukey del Rendimiento en t/ha.....	66
CUADRO N° 25 Rendimiento de la materia seca en t/ha .....	68
CUADRO N° 26. Análisis de Varianza del Rendimiento de la materia seca en t/ha .....	68
CUADRO N° 27. Prueba de comparación de medias de Tukey del Rendimiento de la materia seca en t/ha .....	69

CUADRO N° 28 Resultados del análisis del valor nutricional de dos variedades del cultivo de sorgo en la comunidad de Carachimayo. ....	71
---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Páginas</b>
GRÁFICO N° 1. Altura de la planta de sorgo a los 70 días después de la siembra bajo dos sistemas de surco .....	56
GRÁFICO N° 2. Ancho de la hoja de la planta de sorgo a los 70 días después de la siembra bajo dos sistemas de surco. ....	59
GRÁFICO N° 3. Largo de la hoja de la planta de sorgo a los 70 días después de la siembra bajo dos sistemas de surco .....	63
GRÁFICO N° 4. Rendimiento en t/ha en verde .....	67
GRÁFICO N° 5. Rendimiento de la materia seca en t/ha .....	70

## ÍNDICE DE IMÁGENES

### Páginas

IMAGEN N° 1: TEXTURAS DE SUELOS.....	8
IMAGEN N° 2: Fases fenológicas del sorgo ( <i>sorghum vulgare L.</i> ).....	13
IMAGEN N° 3 Localización de la zona en estudio .....	34



