

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN MAÍZ, VARIEDAD  
COMPUESTO 20 PARA EL ENSILAJE EN LA ALIMENTACIÓN DEL  
GANADO LECHERO EN LA COMUNIDAD LAJAS- PROVINCIA MÉNDEZ**

**Por:**

**OSCAR ELVIS BENÍTEZ ALTAMIRANO**

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

**Gestión 2015**

**TARIJA – BOLIVIA**

**Vo.Bo.**

.....  
M. Sc. Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdez  
**PROFESOR GUIA**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
Huanca.

**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez

**VICE DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez

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

.....  
M. Sc. Med. Vet. Oscar Antonio Echeverría Pedrozo

El tribunal calificador de la presente tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas del trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres: Feliciano Benítez y Gladis Altamirano Acosta, a mi hermana Karla Nadia Benítez Altamirano. Por darme el apoyo moral y por estar a mi lado durante mis estudios en la universidad y en la vida.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A nuestro supremo creador por la fuerza, voluntad y dedicación otorgada a mi persona para la culminación de mis estudios y por el estímulo continuo de seguir adelante.

A los tribunales que revisaron el presente trabajo y añadieron su sabiduría, para enriquecer el mismo.

A la facultad de Ciencias agrícolas y Forestales de la universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a sus autoridades y administrativos y a todos mis docentes por la enseñanzas impartidas para mi formación profesional.

Al ing. Víctor A. Villarroel Valdez por ser mi docente guía, por contar con su apoyo en cada una de las etapas de la investigación siendo, muy importante su visión para llevarlo a cabo.

A todos mis docente de la carrera de agronomía en especial al Ing. Martín O. Tordoya Rojas por el valioso apoyo de su transmisión de conocimientos a lo largo de mis estudios.

## **PENSAMIENTO**

Ser excelente es comprender que la vida no es algo que nos da hecho, sin embargo tenemos que producir oportunidades para alcanzar el éxito.

**Cornejo Miguel Ángel**

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	
1	INTRODUCCIÓN..... 1
1.2.	JUSTIFICACIÓN..... 3
1.3.	OBJETIVOS..... 4
1.3.1.	Objetivos general..... 4
1.3.2.	Objetivos específicos..... 4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2	MARCO TEÓRICO..... 5
2.1.	ORIGEN E HISTORIA DEL CULTIVO DEL MAÍZ..... 5
2.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA..... 6
2.3.	BOTÁNICA DEL CULTIVO DEL MAÍZ..... 6
2.3.1.	Planta..... 6
2.3.2.	Raíz..... 7
2.3.3.	Tallo..... 7
2.3.4.	Hojas..... 7
2.3.5.	Flor..... 7
2.3.6.	Fruto..... 8
2.4.	FASES DE DESARROLLO DEL MAÍZ..... 8
2.4.1.	El grano o semilla..... 9
a)	Pericarpio..... 10
b)	Endosperma..... 11
C)	Embrión..... 11
2.4.2.	Germinación y emergencia..... 12
2.4.3.	Desarrollo vegetativo..... 12
2.4.4.	Etapa de prefloración..... 13
2.4.5.	Etapa de floración..... 15
2.4.6.	Maduración y secado del grano..... 15
2.5.	MADUREZ FISIOLÓGICA..... 17
2.6.	GENÉTICA DEL MAÍZ..... 17
2.7.	PRODUCCIÓN DEL MAÍZ..... 18
2.7.1.	Producción mundial..... 18
2.7.2.	Producción en Bolivia..... 19
2.7.3.	Producción del maíz forrajero en Bolivia..... 20

2.8.	FORRAJES.....	20
2.9.	¿QUÉ ES EL ENSILAJE? .....	21
2.9.1.	Proceso de ensilaje.....	22
2.9.2.	Fase enzimática.....	22
2.9.3.	Fase Aeróbica.....	23
2.9.4.	Fase Anaeróbica.....	23
2.10.	ÉPOCA DE CORTE DEL MAÍZ.....	25
2.11.	ESTADO LECHOSO.....	27
2.11.1.	Estado pastoso blando.....	27
2.11.2.	Estado pastoso duro.....	27
2.11.3.	Estado vítreo.....	27
2.12.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL MAÍZ... ..	28
2.12.1.	Requerimientos hídricos del cultivo del maíz.....	29
2.12.2.	Requerimiento edáfico del cultivo de maíz.....	31
2.13.	REQUERIMIENTO NUTRICIONALES Y EXIGENCIAS DEL CULTIVO.....	31
2.13.1.	Nitrógeno.....	32
2.13.2.	Fósforo.....	32
2.13.3.	Potasio.....	33
2.13.4.	Calcio.....	33
2.13.5.	Magnesio.....	33
2.13.6.	Azufre.....	33
2.14.	MICRO ELEMENTOS: HIERRO (FE), MANGANESO (MN), ZINC (ZN), BORO (B), MOLIBDENO (MO), COBRE (CU) .....	34
2.14.1.	Hierro.....	34
2.14.2.	Manganeso.....	34
2.14.3.	Zinc.....	35
2.14.4.	Cobre.....	35
2.14.5.	Boro.....	35
2.14.6.	Molibdeno.....	36
2.15.	ASPECTOS DE LA FERTILIZACION QUIMICA SUS VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	37
2.15.1.	Ventajas.....	37
2.15.2.	Desventajas.....	37
2.16.	LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DEL MAIZ.....	38
2.16.1.	El Raleo.....	38
2.16.2.	La incorporación de urea.....	38
2.16.3.	Volatilización de amoníaco.....	40
2.16.4.	Lixiviación de nitratos.....	40

2.16.5.	Desnitrificación.....	41
2.16.7.	Periodo crítico.....	41
2.16.7.	Control de malezas.....	42
2.16.6.	Métodos de control de malezas.....	43
a.	Control cultural.....	43
a.1.	Manual.....	43
a.2	Animal.....	43
a.3.	Mecanizado.....	43
b.	Control químico.....	44
2.16.9.	Aporque.....	45
2.16.10.	Manual.....	46
2.16.11.	Animal.....	46
2.16.12.	Mecánico.....	46
2.17.	EL RIEGO.....	46
2.18.	PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL MAÍZ.....	48
2.18.1.	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....	48
2.18.2.	Gusano cortador, ( <i>Agrotis</i> y <i>ípsilon</i> ( <i>Hufn</i> ) ( <i>Lepidóptera: Noctuidae</i> )..	48
2.18.3.	Gusano de la mazorca ( <i>Heliothis Zea</i> ) .....	49
2.18.4.	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp</i> ). ( <i>Coleóptera: Scarabaeidae</i> ) .....	49
2.18.5.	Gusano de alambre.....	50
2.18.6.	Barrenador del tallo, <i>Diatraeaspp.</i> ( <i>Lepidoptera: Pyralidae</i> ) .....	50
2.19.	ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DEL MAIZ	51
2.19.1.	“Carbón común” .....	51
2.19.2.	Pudrición en la mazorca.....	52
2.19.3.	Manchas de asfalto” .....	52
2.19.4.	Manchas Foliares o Tizón ( <i>Helminthosporium maydis</i> ) .....	52
2.19.5.	Roya común ( <i>Puccinia sorhi Schwein</i> ) .....	53
2.19.6.	Cenicilla ( <i>peronosclerospora sorghi</i> ) .....	53

### **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	54
3.2.	UBICACIÓN DE LA PARCELA.....	55
3.2.1.	Ubicación geográfica política.....	56
3.3.	DESCRIPCIÓN AGROCLIMÁTICA.....	56
3.3.1.	Clima.....	56
3.3.2.	Fisiografía.....	58
3.3.2.1.	Vegetación.....	58

3.3.3.	Suelos.....	60
3.3.3.1.	Uso actual de la tierra.....	60
3.3.3.2.	Sistema agrícola.....	60
3.4.	<b>MATERIALES UTILIZADOS.....</b>	<b>61</b>
3.4.1	Material vegetal.....	61
3.4.1.1.	Características morfológicas-fisiológicas.....	61
3.4.1.2.	Germinación de la semilla.....	61
3.4.2.	Materiales de escritorio.....	61
3.4.3.	Materiales de campo.....	62
3.5.	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>62</b>
3.5.1	Diseño experimental.....	62
3.5.2.	Características del diseño.....	63
3.5.3.	Tratamientos.....	64
3.5.4.	Distribución de los tratamientos.....	65
3.6.	<b>MUESTREO DEL SUELO.....</b>	<b>66</b>
3.6.1.	Interpretación de análisis del suelo.....	66
3.7.	<b>CRITERIOS ÚTILES PARA DEFINIR LOS NIVELES DE LA FERTILIZACIÓN.....</b>	<b>66</b>
3.7.1.	Cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.....	66
3.7.2.	Requerimiento de nutrientes del cultivo.....	67
3.7.3.	Producción esperada.....	67
3.7.4.	Estimación de dosis de nutrientes necesarios.....	67
3.7.5.	Costo del fertilizante puesto en la parcela.....	67
3.7.6.	Experiencia de los productores de la comunidad con el empleo de fertilizantes.....	68
3.7.7.	Historial productivo de la parcela.....	68
3.7.8.	Limitantes de la producción.....	68
3.8.	<b>METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>69</b>
3.8.1.	Labores culturales.....	69
3.8.2.	Preparación del terreno.....	69
3.8.3.	Arado.....	69
3.8.4.	Rastreada.....	69
3.8.5.	Siembra.....	69
3.8.6.	Riego.....	70
3.8.7.	Control de malezas.....	70
3.8.8.	Aporque.....	70
3.8.9.	Control de plagas y enfermedades.....	70
3.8.10.	La incorporación del fertilizante.....	70
3.8.11.	Cosecha.....	71

3.9.	VARIABLES RESPUESTAS.....	71
------	---------------------------	----

#### **CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1.	Resultados de análisis de suelo en laboratorio.....	73
4.1.1	Resultados físicos.....	73
4.1.2	Resultados químico.....	73
4.1.2.1.	Oferta del suelo.....	74
4.2.	Formulación de Recomendaciones de Fertilización.....	74
4.3.	Aporte de fertilización.....	75
4.4.	ALTURAS DE PLANTAS.....	76
4.5.	ALTURAS DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA.....	79
4.6.	ANCHO DE HOJA MÁS GRANDE.....	82
4.7.	ANCHO DE HOJA MÁS PEQUEÑA.....	85
4.8.	CIRCUNFERENCIA DEL TALLO DE LA PLANTA.....	88
4.9.	LARGO DE HOJA MÁS GRANDE.....	92
4.10.	LARGO DE HOJA MÁS PEQUEÑA.....	95
4.11.	LARGO DE VAINA MÁS GRANDE.....	98
4.12.	LARGO DE VAINA MÁS PEQUEÑA.....	101
4.13.	NÚMEROS DE HOJAS.....	105
4.14.	PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE POR PARCELA (Kg).....	108
4.15.	PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE EN Tn/Ha.....	112
4.16.	RELACIÓN, BENEFICIO, COSTO.....	116

#### **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	CONCLUSIONES.....	117
5.2.	RECOMENDACIONES.....	118

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro N° 1	Principales países productores de maíz a nivel mundial.....	19
Cuadro N° 2	Necesidades Macronutrientes y Micronutrientes.....	36
Cuadro N° 3	Parámetros más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado). .....	47
Cuadro N° 4	Descripción de la ubicación geográfica de zona de estudio.....	56
Cuadro N° 5	Resumen de las características agroclimáticas de la comunidad de Lajas.....	57
Cuadro N° 6	Cuadro de la vegetación existen más representativa en zona....	58
Cuadro N° 7	Parámetros físicos-químicos analizados en laboratorio.....	66
Cuadro N° 8	Resultados físico de suelo.....	73
Cuadro N° 9	Resultados químicos luego del análisis de laboratorio.....	74
Cuadro N° 10	Oferta del suelo en kg. De nutrimentos / Ha.....	74
Cuadro N° 11	Aporte de fertilizante para el cultivo del maíz.....	75
Cuadro N° 12	Dosificación de fertilizantes a aplicar al cultivo del maíz.....	75
Cuadro N° 13	Alturas de plantas.....	76
Cuadro N° 14	Interacción de Densidades y niveles de la altura de plantas.....	77
Cuadro N° 15	Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de alturas de plantas.....	77
Cuadro N° 16	Promedio de alturas de plantas después del análisis de varianza	78
Cuadro N° 17	Alturas de inserción de mazorcas.....	79
Cuadro N° 18	Interacción Densidades y niveles de las alturas de inserción de mazorca.....	80
Cuadro N° 19	Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de alturas de plantas.....	81
Cuadro N° 20	Promedio de altura de inserción de la mazorca después del análisis de varianza.....	81
Cuadro N° 21	Ancho de hoja más grande.....	82
Cuadro N° 22	Promedio de altura de inserción de la mazorca después del análisis de varianza.....	83
Cuadro N° 23	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) del ancho de la hoja más grande.....	84
Cuadro N° 24	Promedio de ancho de hoja más grande después del análisis de varianza.....	84
Cuadro N° 25	Ancho de hoja más pequeña.....	85
Cuadro N° 26	Interacción densidades y niveles de ancho de hoja más pequeña.	86
Cuadro N° 27	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja más pequeña.....	87
Cuadro N° 28	Promedio de ancho de la hoja más pequeña después del análisis de varianza.....	87

Cuadro N° 29	Circunferencia del tallo de la planta.....	88
Cuadro N° 30	Interacción densidades y niveles de la circunferencia del tallo de la planta.....	89
Cuadro N° 31	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) de la circunferencia de viro.....	90
Cuadro N° 32	Promedio de circunferencia del tallo de la planta después del análisis de varianza.....	91
Cuadro N° 33	Largo de hoja más grande.....	92
Cuadro N° 34	Interacción de Densidades y niveles de largo de hoja más grande.....	93
Cuadro N° 35	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de hoja más grande.....	94
Cuadro N° 36	Promedio de largo de hoja más grande después del análisis de varianza.....	94
Cuadro N° 37	Largo de hoja más pequeña.....	95
Cuadro N° 38	Interacción de Densidades y niveles de ancho de hoja más pequeña.....	96
Cuadro N° 39	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de hoja más pequeña.....	97
Cuadro N° 40	Promedio de largo de hoja más pequeña después del análisis de varianza.....	97
Cuadro N° 41	Largo de vaina más grande.....	98
Cuadro N° 42	Interacción densidades y niveles de largo de vaina más grande	99
Cuadro N° 43	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de vaina más grande.....	100
Cuadro N° 44	Promedio de largo de vaina más grande después del análisis de varianza.....	101
Cuadro N° 45	Largo de vaina más pequeña.....	101
Cuadro N° 46	Interacción densidades y niveles de vaina más pequeña.....	102
Cuadro N° 47	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) De largo de vaina más pequeña.....	103
Cuadro N° 48	Promedio de largo de vaina más pequeña después del análisis de varianza.....	104
Cuadro N° 49	Números de hojas.....	105
Cuadro N° 50	Interacción densidades y niveles de número de hojas.....	106
Cuadro N° 51	Cuadrados medios del análisis de varianza (ANOVA) De números de hojas.....	107
Cuadro N° 52	Promedio de números de hojas después del análisis de varianza	107
Cuadro N° 53	Pesos totales de materia verde en Kg. por parcela.....	108
Cuadro N° 54	Interacciones de Densidades y niveles de pesos totales en materia verde en Kg por parcela.....	109

Cuadro N° 55	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) De pesos totales de materia verde en kg por parcela.....	110
Cuadro N° 56	Promedio de pesos totales de materia verde en Kg por parcela después del análisis de varianza.....	111
Cuadro N° 57	Pesos totales de materia verde en Tn/Ha.....	112
Cuadro N° 58	Interacción Densidades y niveles de pesos totales de materia verde por Ha.....	114
Cuadro N° 59	Cuadrado medios del análisis de varianza (ANOVA) De pesos totales de materia verde en Tn/Ha.....	114
Cuadro N° 60	Promedio de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea después del análisis de varianza.....	115
Cuadro N° 61	Beneficio / costo.....	116

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pag
Grafica N° 1	Variación de la producción de materia verde, materia seca y del % de materia seca, e función de la época de recolección del forraje de maíz..... 26
Grafica N° 2	Gráfica de promedio de medición de alturas..... 76
Grafica N° 3	Gráfica promedio de altura de inserción de mazorca..... 79
Grafica N° 4	Gráfica promedio de ancho de hoja más grande..... 83
Grafica N° 5	Gráfica de promedio de ancho hoja más pequeña..... 86
Grafica N° 6	Gráfica de promedio de circunferencia del tallo de la planta..... 89
Grafica N° 7	Gráfica de promedio de largo de hoja más grande..... 92
Grafica N° 8	Gráfica de promedio de largo de hoja más pequeña..... 96
Grafica N° 9	Gráfica de promedio de vaina más grande..... 99
Grafica N° 10	Gráfica de promedio de vaina más pequeña..... 102
Grafica N° 11	Gráfica de promedio de número de hojas..... 105
Grafica N° 12	Gráfica de promedio de pesos de materia verde en Kg por parcela 109
Grafica N° 13	Gráfica de promedio de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea..... 113

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo Nº 1 Ubicación geográfica del área donde se realizó el estudio.
- Anexo Nº 2 Fotografías.
- Anexo Nº 3 Análisis físico químico del suelo.
- Anexo Nº 4 Cálculos.
- Anexo Nº 5 Pesos totales de materia verde por parcela (kg).
- Anexo Nº 6 Pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea.
- Anexo Nº 7 Cantidades de plantas por parcela.
- Anexo Nº 8 Cantidades de plantas por hectárea.
- Anexo Nº 9 Presupuesto para cultivo de una hectárea de maíz de los 3 niveles.