

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



**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO VARIEDADES DE  
MAÍZ (*Zea mays L.*) PARA CHOCLO CON TRES DENSIDADES DE  
SIEMBRA EN LA COMUNIDAD DE TOLOMOSA NORTE”**

**POR:**

**SEBASTIÁN BERNARDO ÁVILA VALDEZ**

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.

**GESTION 2018**  
**TARIJA – BOLIVIA**

V° B°

.....  
Ing. Wilde Eloy Guerrero Artunduaga  
**PROFESOR GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Luis Arandía Mendevil  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR.**  
**TRIBUNAL:**

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

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

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

*El tribunal Calificador del presente trabajo Dirigido no se solidariza con la forma, términos, métodos y expresiones vertidas en el trabajo siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi querida madre: Gloria Gladys Valdez Aldana por motivarme desde el cielo, a mi padre Edmundo Ávila por confiar en mí y también dedicarles este trabajo a mis tíos Wilde Guerrero y Graciela Valdez por el apoyo y tiempo invertido.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” por haberme formado profesionalmente.

Agradecer a mi profesor guía Ing. Wilde Eloy Guerreo Artunduaga por guiarme, orientarme, apoyarme, aconsejarme y por estar siempre dispuesto en la elaboración de mi trabajo.

A los docentes tribunales M.Sc. Ing. Lola Zenteno Reyes, M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca, M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin por su comprensión y orientación para la conclusión del presente trabajo de tesis.

Al Ph.D. Tito Claire, Ph.D. Luis Acosta, al Ing. Horacio Vega funcionarios del INIAF y del Programa Nacional del Maíz mis sinceros agradecimientos por todo el apoyo recibido en la orientación y conclusión del presente trabajo de tesis.

También agradezco a mi familia a mi padre a mis hermanos a mis primas y a mi tía por el apoyo brindado, la confianza y la ayuda para ejecutar y finalizar mi trabajo.

Agradezco a mi novia Jhanneth Villafuerte Juape por el apoyo, la ayuda, la motivación, por haber estado en los peores momentos y apoyarme cuando más lo necesitaba le agradezco mucho por todo.

Agradecer a mis compañeros y amigos por todo el apoyo y ayuda recibida en la elaboración y conclusión de mi trabajo de tesis.

**ÍNDICE GENERAL**  
**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

	<b>Pág.</b>
1.1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.- JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3.- OBJETIVOS .....	3
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4.- HIPÓTESIS .....	4

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

	<b>Pág.</b>
2.- MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA .....	5
2.1- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	5
2.2.- FISIOLOGÍA DEL CULTIVO.....	5
2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	5
2.3.1.- Radícula y raíces seminales .....	6
2.3.2- Raíz principal, coronaria o nodal .....	6
2.3.3- Raíces adventicias o de anclaje.....	7
2.3.4- Coleoptilo .....	7
2.3.5- Mesocotilo .....	7
2.3.6.- Tallo .....	8
2.3.6.1.- Epidermis .....	8
2.3.6.2.- Pared .....	8
2.3.6.3.- Médula .....	8

2.3.7.- Hojas .....	9
2.3.7.1.- Vaina.....	10
2.3.7.2.- Lámina .....	10
2.3.7.3.- Lígula .....	10
2.3.8.- INFLORESCENCIA .....	10
2.3.8.1.- Inflorescencia masculina.....	10
2.3.8.2.- Inflorescencia femenina.....	11
2.3.9.- Fruto.....	12
2.3.9.1.- Pericarpio .....	13
2.3.9.2.- Endosperma .....	13
2.3.9.3.- Embrión .....	14
2.4.- LA SEMILLA DE MAÍZ .....	14
2.4.1.- Definición de semilla.....	14
2.5.- FASES FENOLÓGICAS.....	15
2.5.1.- Fase vegetativa (V) .....	15
2.5.2.- Fase reproductiva (R).....	15
2.6.- CICLO VEGETATIVO DEL MAÍZ.....	16
2.6.1.- Nacencia.....	16
2.6.2.- Crecimiento.....	16
2.6.3.- Floración .....	16
2.6.4.- Fructificación.....	17
2.6.5.- Maduración y secado .....	17
2.7.- DESARROLLO VEGETATIVO .....	17
2.8.- ETAPA DE PREFLORACIÓN .....	18
2.9.- ETAPA DE FLORACIÓN .....	19
2.10.- ETAPA DE LLENADO DE GRANOS.....	19
2.10.1.- Estado de ampolla.....	19
2.10.2.- Estado lechoso .....	19
2.10.3.- Estado de masa blanda.....	20
2.10.4.- Estado dentado o de masa dura.....	20

2.10.5.- Estado de madurez fisiológica .....	20
2.11.- ¿QUÉ ES LA MEJORA GENÉTICA EN MAÍZ? .....	21
2.11.1.- Objetivos de la mejora genética.....	21
2.11.2.- Etapas del proceso de mejora genética .....	22
2.12.- EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	22
2.12.1.- Exigencia de clima.....	22
2.12.2.- Pluviometría y riegos .....	24
2.12.2.1.- Pluviometría.....	24
2.12.2.2.- Riegos .....	24
2.12.3.- Exigencias en suelo.....	25
2.12.4.- Drenaje.....	25
2.13.- MANEJO DEL CULTIVO.....	25
2.13.1.- Labores culturales.....	25
2.13.1.1.- Preparación del terreno .....	25
2.13.2.- Densidad de Siembra .....	26
2.13.3.- Densidad óptima .....	26
2.13.4.- Consideraciones para elegir la densidad adecuada para el maíz .....	27
2.13.4.1.- Captación de luz.....	27
2.13.4.2.- Disponibilidad de agua .....	27
2.13.4.3.- Disponibilidad de nutrientes .....	27
2.13.5.- Las Condiciones Agroecológicas y el Manejo .....	28
2.13.6.- La variedad .....	28
2.13.7.- El riesgo de sequía .....	28
2.13.8.-Rendimiento esperado.....	28
2.13.9.- La densidad de siembra factor importante en la producción .....	29
2.13.10.- Aporque .....	30
2.13.11.- Control de malezas.....	30
2.13.12.- Raleo .....	31
2.13.13.- Rascadillo o deshierba .....	31
2.14.- FERTILIZACIÓN .....	31



2.14.1.- Nitrógeno .....	32
2.14.2.- Fosforo .....	32
2.14.3.- Potasio .....	33
2.15.- ÉPOCA DE SIEMBRA .....	33
2.16.- PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.....	33
2.17.- COSECHA.....	34
2.18.- LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DEMANDA DE MAÍZ EN BOLIVIA .	34
2.19.- PRODUCCIÓN REGIONAL.....	34

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

	<b>Pág.</b>
3.- ZONA EN ESTUDIO .....	35
3.1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA .....	35
3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	35
3.2.1.- Temperatura.....	35
3.2.2.- Precipitación .....	35
3.2.3.- Humedad relativa.....	36
3.2.4.- Suelo .....	36
3.2.5.- Vegetación .....	36
3.2.6.- Fauna.....	36
3.2.7.- Actividad económica .....	36
3.3.- MATERIAL BIOLÓGICO.....	37
3.3.1.- INIAF CHOCLERO BLANCO.....	37
3.3.2.- INIAF CHOCLERO AMARILLO .....	37
3.3.3.- Pairumani Aychazara 101 .....	37
3.3.4.- IBTA ERQUIS I .....	38

3.3.5.- IBTA Algarrobal 108.....	38
3.4.- MATERIAL DE CAMPO .....	38
3.6.1.- Material de demarcación.....	38
3.4.2.- Material de registro.....	38
3.4.3.- Equipo y Herramientas .....	38
3.4.4.- Material de gabinete .....	39
3.5.- METODOLOGÍA.....	39
3.5.1.- Establecimiento del diseño experimental .....	39
3.6.- DISEÑO DE CAMPO .....	39
3.6.1.- Características del diseño.....	39
3.6.1.1.- Diseño de campo.....	39
3.7.- FACTORES EN ESTUDIO .....	40
3.8.- TRATAMIENTOS EN ESTUDIO: DISEÑO BIFACTORIAL.....	40
3.9.- TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.....	41
3.10.- VARIABLES ESTUDIADAS .....	42
3.11.- DATOS REGISTRADOS .....	42
3.11.1.-Días a floración.....	42
3.11.2.-Altura planta .....	42
3.11.3.-Altura mazorca.....	42
3.11.4.- Cobertura mazorca.....	42
3.11.5.- Longitud de mazorcas .....	43
3.11.6.- Diámetro de mazorcas .....	43
3.11.7.- Rendimiento (Docenas/Ha).....	43
3.12.- DISEÑO DEL EXPERIMENTO EN CAMPO .....	44
3.13.- DISEÑO DE LA PARCELA O UNIDAD EXPERIMENTAL .....	45
3.14.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	45
3.15.- METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO .....	45
3.15.1.- Preparación del Terreno.....	45
3.15.2.- Insumos.....	46
3.15.3.- Siembra .....	46

3.15.4.- Labores Culturales .....	47
3.15.5.- Seguimiento al cultivo y toma de datos .....	48
3.15.6.- Cosecha.....	48

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

	<b>Pág.</b>
4.- VARIABLES AGRONÓMICAS ESTUDIADAS .....	49
4.1.- Número de días a la floración masculina.....	49
4.1.1.- Número de días a la floración masculina: Variedades y densidades .....	50
4.1.2.- Análisis de varianza del Número de días a la floración masculina .....	50
4.2.- Número de días a la floración femenina .....	51
4.2.1.- Número de días a la floración femenina: Variedades y densidades .....	52
4.2.2.- Análisis de varianza del Número de días a la floración femenina.....	52
4.3.- Altura de plantas .....	53
4.3.1.- Altura de plantas: Variedades y densidades .....	54
4.3.2.- Análisis de varianza de la altura de plantas .....	55
4.3.3.- Altura de plantas: Comparación de promedios por Tukey .....	56
4.4.- Altura de inserción de mazorca .....	57
4.4.1.- Altura de inserción mazorca: Variedades y Densidades.....	58
4.4.2.- Análisis de Varianza Altura de inserción de mazorca .....	59
4.4.3.- Altura de inserción de mazorcas: Comparación de promedios por Tukey.....	60
4.4.4.- Altura de inserción de mazorca: Comparación de promedios por Tukey.....	61
4.5.- Cobertura de mazorca .....	61
4.5.1.- Cobertura de mazorca Variedad/Densidad .....	62
4.5.2.- Análisis de Varianza: Cobertura de mazorca.....	63

4.5.3.- Cobertura mazorca: Comparación de promedios por Tukey .....	64
4.6.- Longitud de Mazorcas .....	65
4.6.1.- Longitud de mazorca Variedad/Densidad.....	66
4.6.2.- Análisis de Varianza Longitud de mazorca .....	66
4.6.3.- Longitud de mazorca: Comparación de promedios por Tukey.....	67
4.6.4.- Longitud mazorca: Comparación de promedios por Tukey .....	69
4.7.- Diámetro de mazorca.....	69
4.7.1.- Diámetro de mazorca Variedad/Densidad .....	70
4.7.2.- Análisis de Varianza Diámetro mazorca .....	71
4.7.3.- Diámetro mazorca: Comparación de promedios por Tukey .....	72
4.8.- Rendimientos en Docenas por Hectárea .....	72
4.8.1.- Rendimiento de docenas por hectárea: Variedad/Densidad .....	74
4.8.2.- Análisis de Varianza: Rendimiento de docenas por hectárea .....	74
4.8.3.- Rendimiento en docenas/Ha: Comparación de promedios por Tukey .....	75
4.8.4.-Rendimiento en docenas por hectárea: Comparación de promedios por Tukey.....	77
4.8.5.-Rendimiento en docenas por hectárea: Comparación de promedios por Tukey.....	77
4.9.- Clasificación de primera, segunda y tercera clase .....	79
4.9.1.- Docenas por hectárea 1ra clase .....	79
4.9.2.- Docenas por hectárea 2da clase .....	80
4.9.3.- Docenas por hectárea 3ra clase .....	81
4.10.- Análisis económico.....	83

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<b>Pág.</b>
5.1.- Conclusiones.....	85
5.2.- Recomendaciones .....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro N° 1. Datos sobre el Número de días a la floración masculina .....	49
Cuadro N° 2 Interacción Variedad/Densidad .....	50
Cuadro N° 3. Datos sobre el Número de días a la floración femenina.....	51
Cuadro N° 4 Interacción Variedad/Densidad .....	52
Cuadro N° 5 Datos sobre la Altura de las plantas .....	53
Cuadro N° 6 Interacción Variedad/Densidad: Altura de Plantas .....	54
Cuadro N° 7 Anova: Altura de plantas al 5% y 1% de probabilidad de error.....	55
Cuadro N° 8 Datos Altura de inserción de mazorcas .....	57
Cuadro N° 9 Interacción Variedad/Densidad: Altura de inserción de mazorcas .....	58
Cuadro N° 10 Anova: Altura de inserción de mazorcas al 5% y 1% de probabilidad de error .....	59
Cuadro N° 11 Datos Cobertura de mazorcas.....	61
Cuadro N° 12 Interacción Variedad/Densidad: Cobertura de mazorcas .....	62
Cuadro N° 13 Anova: Cobertura de mazorcas al 5% y 1% de probabilidad de error ...	63
Cuadro N° 14 Datos Longitud de mazorcas .....	65
Cuadro N° 15 Interacción Variedad/Densidad Longitud de mazorcas .....	66
Cuadro N° 16 Anova: Longitud de mazorcas al 5% y 1% de probabilidad de error.....	66
Cuadro N° 17 Datos Diámetro de mazorcas.....	69
Cuadro N° 18 Interacción Variedad/Densidad Diámetro de mazorcas .....	70
Cuadro N° 19 Anova Diámetro de mazorcas al 5% y 1% de probabilidad de error .....	71
Cuadro N° 20: Datos de campo: rendimientos en docenas por hectárea.....	72
Cuadro N° 21 Interacción Variedad/Densidad: Rendimiento de docenas por hectárea .....	74
Cuadro N° 22 Anova: Rendimiento de docenas por hectárea al 5% y 1% de probabilidad de error .....	74
Cuadro N° 23 de Interacción de variedad/densidad: Rendimiento de docenas por hectárea .....	77

Cuadro N° 24. Interacción de la densidad en función a la variedad: Rendimiento de docenas por hectárea .....	78
Cuadro N° 25: Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 1ra clase .	79
Cuadro N° 26: Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 2da clase.	80
Cuadro N° 27: Datos de campo: rendimiento en docenas por hectárea de 3ra clase .	81
Cuadro N° 28: Análisis económico .....	83

## ÍNDICE DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica N° 1. Promedio del Número de días a la floración masculina en los tratamientos .....	51
Gráfica N° 2. Promedio del Número de días a la floración femenina en los tratamientos .....	53
Gráfica N° 3. Prueba de Tukey de la Altura de plantas.....	56
4.1.3.4.- Grafica N° 4 Prueba de Tukey para las variedades: Altura de Plantas .....	57
Gráfica N° 5. Prueba de Tukey al 5% de significancia de Altura de inserción de mazorca .....	60
Gráfica N° 6 Prueba de Tukey para las variedades: Altura de Inserción de mazorca	61
Gráfica N° 7 Prueba de Tukey para las variedades: Cobertura de mazorca.....	63
Gráfica N° 8 Prueba de Tukey al 5% de significancia de longitud de mazorca.....	67
Gráfica N° 9 Prueba de Tukey para las variedades: Longitud de mazorca .....	68
Gráfica N° 10 Prueba de Tukey para las Densidades: Longitud de mazorca.....	69
Gráfica N° 11 Prueba de Tukey al 5% de significancia de Diámetro de mazorca.....	72
Gráfica N° 12: Rendimientos de docenas por hectárea .....	73
Gráfica N° 13 Prueba de Tukey al 5% de significancia de Rendimiento en docenas por hectárea .....	75
Gráfica N° 14 Prueba de Tukey para las variedades: Rendimiento en docenas por hectárea .....	76
Gráfica N° 15 Prueba de Tukey al 5% de significancia Rendimiento en docenas por hectárea.....	77

Gráfica N° 16: Docenas por hectárea de 1ra clase .....	80
Gráfica N° 17: Docenas por hectárea de 2da clase .....	81
Gráfica N° 18: Docenas por hectárea de 3ra clase .....	82
Gráfica N° 19: Relación beneficio/costo.....	84