



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

TEMA:

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES ACCESIONES DE QUINUA DULCE (*Chenopodium quinoa* W) EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO, PROVINCIA DE BOLÍVAR

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

AUTORES:

Jordy Eladio Bajaña Gaibor

Gina Yajaira Chimborazo Gavilán

DIRECTOR:

Ing. Marcelo Rojas Arellano Mg.

Guaranda – Ecuador

2022

“COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES ACCESIONES DE QUINUA DULCE (*Chenopodium quinoa W*) EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO, PROVINCIA DE BOLÍVAR”.

REVISADO Y APROBADO POR:



ING.AGR. MARCELO REMIGIO ROJAS ARELLANO. Mg.
DIRECTOR



ING.AGR. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA. Mg.
BIOMETRISTA



ING.AGR. CARLOS WILFRIDO TACO TACO. Mg.
REDACCIÓN TÉCNICA



CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotros, Jordy Eladio Bajaan Gaibor con cédula de identidad 1206791913 y Gina Yajaira Chimborazo Gavilán con cédula de identidad 0202120234 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente

JORDY BAJAÑA GAIBOR
AUTOR
C.I 1206791913

GINA CHIMBORAZO GAVILÁN
AUTORA
C.I 0202120234

ING. MARCELO ROJAS ARELLANO. Mg
DIRECTOR
C.I 0200892164



ING. DAVID SILVA GARCÍA. Mg
ÁREA DE BIOMETRIA
C.I 0201600327

ING. CARLOS TACO TACO. Mg
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA
C.I 1706747076



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



Nº ESCRITURA 20220201003P02979

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

GINA YAJAIRA CHIMBORAZO GAVILAN y JORDY ELADIO BAJAÑA GAIBOR

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L.

Factura: 001-001-000012595

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecinueve de diciembre del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen GINA YAJAIRA CHIMBORAZO GAVILAN soltera, domiciliada en el Cantón Ricaurte y de paso por esta ciudad de Guaranda, celular 0961740043; y, JORDY ELADIO BAJAÑA GAIBOR soltero, domiciliado en el Cantón Montalvo y de paso por esta ciudad de Guaranda, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención de Ingenieros Agrónomos, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES ACCESIONES DE QUINUA DULCE (*Chenopodium quinoa W*) EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR", es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras". Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellos se ratifican y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-



GINA YAJAIRA CHIMBORAZO GAVILAN
C.C. 620712013-4



JORDY ELADIO BAJAÑA GAIBOR
C.C. 1206791913



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



Documento: [Bajajla_Chimborazo_Quinua.docx](#) (D153432440)

Presentado 2022-11-14 16:05:00

Presentado por: jobajala@gmail.com

Recibido: dalva.web@analysis.orkund.com

Mensaje: TESIS BAJAJLA Y CHIMBORAZO MARCELO REJAS ARELLANO

5% de estas 64 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

| Categoría | Enlace/nombre de archivo |
|-----------|--|
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D109663807 |
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D109663808 |
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D109618896 |
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D1337425504 |
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D134876215 |

Escuela de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.

Carretera

de Agronomía

AUTORES: Jordy Eladio Bajajla Galbor Gima Yajaira Chimborazo Gavilan

DIRECTOR:

Ing. Marcelo Rojas Mg

Guaranda - Ecuador 2022

"COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES ACCESIONES DE QUINUA DULCE (Chenopodium quinoa W.) EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO, PROVINCIA DE BOLIVAR"

REVISADO Y APROBADO POR:

ING. AGR. MARCELO REJAS ARELLANO, Mg. DIRECTOR

ING. AGR. DAVID RODRIGO SILVA GARCIA, Mg. BIOMETRISTA

ING. AGR.

CARLOS WILFRIDO TACO TACO, Mg.

ING. MARCELO ROJAS ARELLANO. Mg
DIRECTOR

ING. CARLOS TACO TACO. Mg
REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Quiero comenzar agradeciendo a Dios por guiarme en la vida y permitir cumplirme con cada objetivo planteado.

A mis padres Gladys Gaibor y Henryrri Bajaña, dedicar este y todos mis éxitos, por su constante ayuda, apoyo y su incondicionalidad en todos los momentos.

Para mis hermanos Jefferson y Britney por ser partícipes en cada paso, por ser incondicionales y por mostrar su apoyo siempre.

A mis abuelos quienes con sus enseñanzas y orientación han podido sembrar muchos valores y formarme para ser un buen ser humano.

A Katherine Lucas por su ayuda y constancia a lo largo de todo este proceso.

Jordy Bajaña G

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado principalmente a Dios quien me brindo fortaleza y sabiduría para poder concluir con mi carrera universitaria.

A mis padres Antonio y Olga por ser mi inspiración para seguir adelante, especialmente a mi madre la cual siempre confió en mí, me ha dado su apoyo incondicional y nunca me ha abandonado desde el primer día de mis estudios.

A mis hermanos Edgar, Anthony, mi cuñada Norma y en especial a mi hermano José que ha estado en los mejores momentos y también en los difíciles donde quería dejar la carrera, pero él estuvo presente con un consejo de motivación.

También dedico a mis tías más queridas que siempre han estado conmigo en esta etapa de mis estudios Hilda, Martha, Esther, por ultimo a mi primo Danny que ha compartido muchas cosas a mi lado.

A mis amigos por brindarme una amistad incondicional y sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas, apoyándome en momentos difíciles de mi vida, gracias por todos esos momentos que llegamos a compartir en diferentes etapas de nuestros estudios Doris, Carolina, Verónica, Vanesa, Darwin, Oscar y Jordy.

Gracias a todas aquellas personas que han estado en este proceso apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

Gina Chimborazo G.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, por habernos permitido desarrollar nuestros estudios de tercer nivel.

Así como también a todas las autoridades, y personal docente que nos han guiado a lo largo de nuestros estudios. Nuestra gratitud y reconocimiento a los miembros de tribunal; Ing. Marcelo Rojas Arellano, Ing. José Sánchez Morales, Ing. Carlos Taco Taco e Ing. David Silva, por dirigirnos y por su apoyo incondicional en todo el proceso de titulación así como en las horas enseñanzas como docentes.

Jordy y Gina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| CONTENIDO | PÁG |
|------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS | XV |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | XVII |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | XIX |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2 PROBLEMA | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 5 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 Origen de la quinua dulce..... | 5 |
| 2.2 Taxonomía..... | 6 |
| 2.3 Descripción botánica | 6 |
| 2.3.1 Planta..... | 6 |
| 2.3.2 Raíz..... | 7 |
| 2.3.3 Tallo | 7 |
| 2.3.4 Hoja..... | 7 |
| 2.3.5 Inflorescencia | 7 |
| 2.3.6 Flores | 8 |
| 2.3.7 Planta..... | 8 |
| 2.3.8 Semilla | 9 |
| 2.4 Fenología..... | 10 |
| 2.4.1 Germinación | 10 |
| 2.4.2 Desarrollo vegetativo..... | 10 |
| 2.4.3 Ramificación..... | 11 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.4.4 | Desarrollo del botón floral | 11 |
| 2.4.5 | Desarrollo de la inflorescencia o panoja..... | 11 |
| 2.4.6 | Floración | 12 |
| 2.4.7 | Antesis | 13 |
| 2.4.8 | Fruto, crecimiento y estado acuoso..... | 13 |
| 2.4.9 | Fruto en estado lechoso..... | 13 |
| 2.4.10 | Fruto en estado masoso | 14 |
| 2.5 | Requerimiento del cultivo | 14 |
| 2.5.1 | Clima | 14 |
| 2.5.2 | Suelo..... | 15 |
| 2.5.3 | pH..... | 15 |
| 2.6 | Manejo del cultivo..... | 16 |
| 2.6.1 | Preparación del terreno..... | 16 |
| 2.6.2 | Trazado de surcos..... | 16 |
| 2.6.3 | Densidad de siembra | 16 |
| 2.6.4 | Siembra..... | 16 |
| 2.6.5 | Cantidad de semilla..... | 17 |
| 2.6.6 | Procedimiento de siembra..... | 18 |
| 2.6.7 | Periodo de siembra | 18 |
| 2.7 | Plagas | 19 |
| 2.7.1 | Gusano trozador o tierrero (<i>Agrotis Deprivata W</i>)..... | 19 |
| 2.7.2 | Masticadores de follaje (<i>Spodoptera frugiperda</i>)..... | 20 |
| 2.7.3 | Minador de hojas (<i>Liriomyza sp.</i>)..... | 20 |
| 2.7.4 | Insectos masticadores de granos de la panoja (<i>Chloridea</i>) | 21 |
| 2.7.5 | Insectos picadores-chupadores | 22 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.8 | Enfermedades | 23 |
| 2.8.1 | Mildiu (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) | 23 |
| 2.8.2 | La chupadera fungosa o marchitez a la emergencia..... | 24 |
| 2.8.3 | Moho Verde..... | 25 |
| 2.8.4 | Mancha Ojival del Tallo | 26 |
| 2.8.5 | Podredumbre marrón del tallo | 27 |
| 2.8.6 | Mancha Foliar | 28 |
| 2.9 | Fertilización | 28 |
| 2.9.1 | Dosis de Fertilización | 29 |
| 2.9.2 | Aplicación de los fertilizantes | 29 |
| 2.10 | Control de malezas..... | 30 |
| 2.11 | Riego | 30 |
| 2.12 | Cosecha | 31 |
| 2.13 | Trillado..... | 31 |
| 2.14 | Pre-limpieza y aventado | 32 |
| 2.15 | Secado de granos | 32 |
| 2.16 | Limpieza, selección y clasificación del grano | 32 |
| 2.17 | Almacenamiento..... | 33 |
| 2.18 | Sistemas de producción | 33 |
| 2.18.1 | Monocultivo..... | 34 |
| 2.18.2 | Cultivos en fajas..... | 34 |
| 2.19 | Variedades | 35 |
| 2.19.1 | INIAP-Tunkahuan | 35 |
| 2.19.2 | INIAP-Pata de venado | 37 |
| 2.19.3 | Línea Ecu 67-17..... | 38 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| 2.19.4 | Maíz Iniap-111 Guagal mejorado..... | 39 |
| 2.20 | Costo beneficio..... | 40 |
| CAPÍTULO III..... | | 41 |
| 3 | MARCO METODOLÓGICO..... | 41 |
| 3.1 | Materiales..... | 41 |
| 3.1.1 | Localización de la investigación..... | 41 |
| 3.1.2 | Localización de la Situación geográfica y climática..... | 41 |
| 3.1.3 | Zona de vida..... | 41 |
| 3.1.4 | Material experimental..... | 41 |
| 3.1.5 | Materiales de campo..... | 42 |
| 3.1.6 | Materiales de oficina..... | 42 |
| 3.2 | Métodos..... | 42 |
| 3.2.1 | Factores en estudio..... | 42 |
| 3.2.2 | Tratamientos..... | 43 |
| 3.2.3 | Procedimiento..... | 43 |
| 3.2.4 | Tipo de análisis..... | 44 |
| 3.3 | Métodos de evaluación y datos tomados..... | 44 |
| 3.3.1 | Días a emergencia de plántula (DEP)..... | 44 |
| 3.3.2 | Porcentaje de germinación (PG)..... | 44 |
| 3.3.3 | Días de panojamiento (DP)..... | 45 |
| 3.3.4 | Días a la floración (DF)..... | 45 |
| 3.3.5 | Días a la cosecha (DC)..... | 45 |
| 3.3.6 | Severidad de mildiu (SM)..... | 45 |
| 3.3.7 | Altura de planta (AP)..... | 45 |
| 3.3.8 | Longitud de panoja (LP)..... | 45 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.3.9 | Diámetro de panoja (DiP)..... | 46 |
| 3.3.10 | Diámetro del tallo (DT)..... | 46 |
| 3.3.11 | Porcentaje de acame de raíz (PAR) | 46 |
| 3.3.12 | Porcentaje de acame de tallo (PAT) | 46 |
| 3.3.13 | Rendimiento por parcela (RP)..... | 46 |
| 3.3.14 | Peso de 1000 granos (PMG) | 47 |
| 3.3.15 | Tamaño del grano (TG)..... | 47 |
| 3.3.16 | Contenido de saponina (CS)..... | 47 |
| 3.3.17 | Contenido de humedad (CH) | 47 |
| 3.3.18 | Rendimiento en Kg/ha | 47 |
| 3.3.19 | Determinación de los costos de producción..... | 48 |
| 3.4 | Manejo de experimento | 48 |
| 3.4.1 | Análisis físico químico del suelo..... | 48 |
| 3.4.2 | Preparación del suelo..... | 48 |
| 3.4.3 | Trazado de parcelas..... | 48 |
| 3.4.4 | Realización de surcos | 49 |
| 3.4.5 | Fertilización Química..... | 49 |
| 3.4.6 | Siembra..... | 49 |
| 3.4.7 | Raleo..... | 49 |
| 3.4.8 | Control de malezas | 49 |
| 3.4.9 | Control de enfermedades..... | 49 |
| 3.4.10 | Control de plagas..... | 50 |
| 3.4.11 | Aporque | 50 |
| 3.4.12 | Cosecha..... | 50 |
| 3.4.13 | Trilla | 50 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 3.4.14 | Secado..... | 50 |
| 3.4.15 | Aventado..... | 50 |
| 3.4.16 | Almacenado | 51 |
| CAPÍTULO IV..... | | 52 |
| 4 | RESULTADOS | 52 |
| 4.1 | Días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) | 52 |
| 4.2 | Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP); Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT)..... | 58 |
| 4.3 | Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS)..... | 64 |
| 4.4 | Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha | 70 |
| 4.5 | Análisis de correlación y regresión lineal..... | 78 |
| 4.5.1 | Coeficiente de correlación (“r”)..... | 78 |
| 4.5.2 | Coeficiente de regresión (“b”)..... | 79 |
| 4.5.3 | Coeficiente de determinación (R ² %) | 79 |
| 4.6 | Análisis económico de la relación B/C..... | 80 |
| 4.6.1 | Relación beneficio/costo | 80 |
| 4.7 | Comprobación de hipótesis | 81 |
| 4.8 | Conclusiones | 82 |
| 4.9 | Recomendaciones..... | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 85 |
| ANEXOS..... | | 92 |

ÍNDICE DE TABLAS

| TABLA | PÁG |
|--|-----|
| Tabla N° 1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP), Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor A (sistemas de cultivos). ... | 52 |
| Tabla N° 2: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración y Días a la cosecha (DC) para el factor B (Accesiones de quinua)..... | 53 |
| Tabla N° 3: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Días al panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para tratamientos. | 55 |
| Tabla N° 4: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor A (sistemas de cultivos). | 58 |
| Tabla N° 5: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor B (Accesiones de quinua). | 59 |
| Tabla N° 6: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para los tratamientos. | 61 |
| Tabla N° 7: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor A (sistemas de cultivos)..... | 64 |
| Tabla N° 8: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame | |

| | |
|--|----|
| de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor B (Accesiones)..... | 65 |
| Tabla N° 9: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM); Porcentaje de acame de raíz (PAR) Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (DT) para los tratamientos | 67 |
| Tabla N° 10: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor A (sistemas de cultivos)..... | 70 |
| Tabla N° 11: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor B (accesiones) | 72 |
| Tabla N° 12: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para los tratamientos. | 74 |
| Tabla N° 13: Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes de rendimiento) que tuvieron una relación y asociación (positiva o negativa) sobre el rendimiento (Variable dependiente)..... | 78 |
| Tabla N° 14: Costo producción de dos sistemas de siembra en 3 accesiones de quinua | 80 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| GRÁFICOS | PÁG |
|---|-----|
| Gráfico N° 1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor A (sistemas de cultivos). ... | 52 |
| Gráfico N° 2: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor B (Accesiones de quinua). | 54 |
| Gráfico N° 3: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Días al panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para tratamientos. | 55 |
| Gráfico N° 4: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (DP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor A (sistemas de cultivos). | 58 |
| Gráfico N° 5: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor B (Accesiones de quinua). | 60 |
| Gráfico N° 6: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para los tratamientos. | 61 |
| Gráfico N° 7: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor A (sistemas de cultivos) | 64 |
| Gráfico N° 8: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame | |

| | |
|--|----|
| de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor B (Accesiones)..... | 66 |
| Gráfico N° 9: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM); Porcentaje de acame de raíz (PAR) Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (DT) para los tratamientos | 67 |
| Gráfico N° 10: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor A (sistemas de cultivos)..... | 71 |
| Gráfico N° 11: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor B (accesiones)..... | 73 |
| Gráfico N° 12: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para los tratamientos. | 75 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

Anexo N° 1: Ubicación del experimento

Anexo N° 2: Análisis de suelo

Anexo N° 3: Base de datos

Anexo N° 4: Registro de precipitación Laguacoto III

Anexo N° 5: Escala gráfica del grado de severidad de mildiu veloso

Anexo N° 6: Manejo agronómico del ensayo

Anexo N° 7: Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La quinoa, quinua, quínoa o kinua (*Chenopodium quinoa W*) es una planta herbácea anual de una adaptación versátil, que puede desarrollarse en variedades nichos ecológicos y sistemas de producción diversas. Aunque se la conoce en los países desarrollados, de un color blanco parduzco, puede mostrar diversos colores, alterando entre el morado y rojo, el verde, y otros tonos intermedios. El presente trabajo de investigación se realizó en la granja experimental Laguacoto III, perteneciente al cantón Guaranda, provincia de Bolívar. Los objetivos que se plantearon fueron i) Identificar el sistema de cultivo que ayude a una mayor producción. ii) Valorar la accesión de quinua que tiene mayor productividad y iii) Determinar el beneficio costo en cada uno de los tratamientos. La metodología aplicada fue un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se tuvo 2 factores, FA: Sistemas de siembra; a1 Unicultivo; a2 fajas + maíz INIAP 111 y FB: Accesiones de quinua dulce; b1 INIAP Tunkahuan; b2 INIAP Pata de venado y b3 Línea Ecu-6717. Se evaluó la respuesta de dos sistemas de cultivo para la producción de tres accesiones de quinua dulce. Se procedió a realizar un análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las accesiones de quinua. De la misma manera análisis de correlación y regresión simple y múltiple al 5%. Mediante los resultados, se evidenció gran variabilidad de los tratamientos, lo cual confirma la fuerte interacción de su genotipo con el ambiente. El rendimiento promedio más alto de las accesiones de quinua evaluadas fue T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 1346,3kg/ha superado ampliamente por T5: INIAP Pata de venado en fajas + maíz con 332,7kg/ha En referencia a los resultados obtenidos en la relación económica de Beneficio/Costo; se puede determinar una eficiencia económica, superior en los tratamientos T4: INIAP Tunkahuan (en fajas de maíz INIAP 111) y T5: INIAP-Pata de Venado (en fajas de maíz INIAP 111), con ingresos netos que superan los \$1800 por hectárea y una relación de \$1,14 y \$1,13 respectivamente; lo que estaría determinado que los productores que adopten esta tecnología, podrían recibir una ganancia de entre \$1,13 y \$1,14 dólares por unidad de inversión.

Palabras claves: Quinua; maíz: sistemas: fajas; accesiones

SUMMARY

Quinoa, quinoa, quinoa or kinua (*Chenopodium quinoa* W) is an annual herbaceous plant with a versatile adaptation, which can be developed in different varieties, ecological niches and production systems. Although it is known in developed countries, of a brownish white color, it can show different colors, alternating between purple and red, green, and other intermediate tones. The present research work was carried out at the experimental farm Laguacoto III, in the Guaranda canton, province of Bolivar. The objectives were i) To identify the cultivation system that helps to increase production. ii) To evaluate the quinoa accession that has the highest productivity and iii) To determine the cost benefit in each of the treatments. The methodology applied was a randomized complete block experimental design with three replications. There were 2 factors, FA: Planting systems; a1 Uncultivation; a2 INIAP 111 and FB: Sweet quinoa accessions; b1 INIAP Tunkahuan; b2 INIAP Pata de venado and b3 Line Ecu-6717. The response of two cropping systems for the production of three accessions of sweet quinoa was evaluated. An analysis of variance, Tukey's test at 5%, was carried out to compare the averages of the quinoa accessions. Correlation analysis and simple and multiple regression at 5% were also carried out. The results showed great variability among the treatments, which confirms the strong interaction of the genotype with the environment. The highest average yield of the quinoa accessions evaluated was T1: INIAP Tunkahuan in Uncultivo with 1346.3kg/ha, surpassed by T5: INIAP Pata de venado en fajas + maize with 332.7kg/ha In reference to the results obtained in the economic relation of Benefit/Cost; it was possible to determine an economic efficiency, superior in the treatments T4: INIAP Tunkahuan (in INIAP 111 corn strips) and T5: INIAP-Pata de Venado (in INIAP 111 corn strips), with net income exceeding \$1800 per hectare and a ratio of \$1.14 and \$1.13 respectively; which would be determined that producers adopting this technology, could receive a profit of between \$1.13 and \$1.14 dollars per unit of investment.

Key words: Quinoa; corn: systems: strips; accessions.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La producción mundial de quinua conserva un sostenido crecimiento tanto de la superficie cosechada como del volumen producido. Entre el año 2005 y el año 2011, el volumen mundial producido aumentó un 37,3% pasando de, 58443 a 80241Tm. Con respecto a la superficie cosechada para el mismo período, la misma que ascendió un 47,4% con 68863 ha a 101527 ha (Naranjo, 2015).

Se puede conocer que la producción de quinua a nivel regional; tiene un incremento considerable. Durante el citado período (2005-2011), el volumen de la producción Boliviana experimentó un 51,81% de aumento, en Perú alcanzó el 26,32% y en Ecuador el 25,15%. Con respecto a la participación en la producción mundial, Bolivia promedió el 52,96% del volumen producido, Perú el 45,91% y Ecuador el 1,91% (Malán, 2015).

Ecuador en el año 2020 sembró, 5367 ha de quinua, con una producción total de 4903Tm, que se acerca a un promedio de 1,09Tm por ha (ESPAC, 2020).

Las principales provincias que producen quinua son Carchi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha (MAG, 2017).

En la provincia de Bolívar, el cultivo de quinua, aún no ha sido cultivado a gran escala, debido al monocultivo de maíz, además del desconocimiento de los agricultores, falta de asesorías, capacitaciones y a la poca comercialización de este grano.

En la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), existe una compilación de germoplasma de quinua: con más de 271 accesiones, de las cuales tres de ellas están siendo utilizadas dentro la presente investigación (Veloza, C et al, 2016).

El sistema de cultivo son esquemas de productos cultivados en un terreno determinado u orden en que se cultivan los productos durante un período determinado (TESAURO, 2013).

Generalmente, la quinua está formando parte de un sistema asociado o múltiple de cultivos; en muy pocas ocasiones se encuentra como monocultivo, las asociaciones más frecuentes son con maíz (5,7%), con papa, oca, melloco, en menor porcentaje, los sistemas múltiples en los que se hallan más de dos cultivos representan el 21%, mientras que los monocultivos apenas el 10%, este último es muy frecuente en el Cantón Otavalo. Con respecto a rotaciones, muy pocos lo ponen en práctica, pero el 70,6% no la efectúan (Peralta E. , 2009).

En la actualidad, las investigaciones se alinean a la evaluación de adaptabilidad del cultivo, frente a factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que favorecen el sistema de producción, según el entorno, propiciando la interacción suelo-planta-ambiente-hombre, que busca el equilibrio en la producción, teniendo como principio que las plantas, como individuos autótrofos y seres primarios en la cadena alimentaria, son la expresión del suelo donde se surgen y del clima que las rodea (Azcón, 2000).

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Identificar el sistema de cultivo que ayude a una mayor producción.
- Valorar la accesión de quinua que tiene mayor productividad.
- Determinar el beneficio costo en cada uno de los tratamientos.

1.2 PROBLEMA

El cultivo de quinua generalmente no es muy conocido por los agricultores en la localidad, debido a la falta de transferencia de tecnología por parte de las instituciones como el MAG y otras ONG's encargadas del desarrollo agrícola. Además existe una escasez, de materiales promisorios, que presenten buenas características de resistencia a problemas fitosanitarios y adaptación al cambio climático que se ha venido presentando en los últimos tiempos; y con características de un buen rendimiento debido a que cada vez los mercados tienen una mayor demanda de producto y a su vez una mayor exigencia por parte del consumidor, ya que este busca ciertas características como color, tamaño, forma y bajo contenido de saponina (quinuas dulces).

Uno de los principales problemas en el sector agrícola en la localidad, es la dependencia del productor al monocultivo lo que se genera en muchos casos una baja productividad dentro de sus sistemas de producción; y en el caso específico de la provincia de Bolívar la dependencia al maíz, ha generado que los campos se simplifiquen, incluso ocasionando erosión genética de ciertas especies cultivadas anteriormente como es el caso de los cultivos andinos.

El cultivo de la quinua presenta ciertos inconvenientes en su manejo, relacionados a fertilidad y manejo de sus componentes agronómicos, presentado en ciertos materiales una susceptibilidad pronunciada en aspectos como el acame de las plantas y por ende una baja productividad.

En este contexto, se plantea un sistema de cultivo basado en buenas prácticas agrícolas que incluya el manejo de fajas en cultivo asociado de quinua y maíz, basados en el principio de asociación y alelopatía de vegetales para permitir que estas dos especies de plantas contribuyan dentro de un mismo sistema para el mejoramiento de su productividad y rentabilidad.

Por lo tanto la importancia de esta investigación, radica en brindar una alternativa de producción a los agricultores de la localidad, fomentando el cultivo de la quinua como una fuente de diversificación productiva y económica de las mismas a la vez que se puede presentar como una oportunidad de mercado local y regional insertándola dentro de procesos de alimentación y nutrición de la población.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la quinua dulce

La domesticación surgió probablemente en la cuenca interior del lago Titicaca (3500msnm) y experimentó una selección prolongada en un ambiente extremadamente adverso con respecto al estrés abiótico (exceptuado el calor), pero bastante leve en términos de estrés biótico. Pero con el tiempo, el cultivo se expandió a través de los Valles Andinos, diversificando el proceso en cinco ecotipos principales: Altiplano, Salar, Valle, Costa, y Yunga (Borja, 2021).

La región andina de Latinoamérica incluye uno de los ocho centros de domesticación de plantas cultivadas más grandes del mundo, Esto ha resultado en uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y genéticamente diversos del mundo. La quinua es una planta de origen andino, que presenta la forma y distribución genotípica más grande así mismo diversidad ancestral silvestre, principalmente en el lago Titicaca de Perú y las áreas circundantes de Bolivia. Se encuentra en Potosí-Bolivia y Sicuani, Cusco, la mayor diversidad se encuentra en Perú y Ecuador (Mujica, 2015).

La quinua fue uno de los granos que constituían como un importante componente en la alimentación de los pueblos prehispánicos la cual fue reemplaza con la llegada de los españoles. La quinua fue cultivada y utilizada durante la civilización prehispánica, aunque la quinua llegó a ser el alimento básico de los españoles en ese momento, la quinua era un cereal cultivado y utilizado durante el período anterior a la civilización de España que posteriormente fue reemplazado por otros cereales (Angulo, 2021).

En el Ecuador la producción de la quinua se distribuye en tres zonas geográficas: norte Carchi e Imbabura, sur Cañar, Azuay y Loja y centro Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Dichas zonas se diferencian sobre todo por el clima, la fisiografía y altura. Por lo general la quinua se cultiva en laderas con más de 45% de pendiente y una altitud de 2300 a 3700msnm entre los pisos subandinos e interandinos (Reinhard, 2013).

2.2 Taxonomía

La quinua está ubicada dentro de la sección Chenopodia y tiene la siguiente posición taxonómica:

| | |
|-------------------|--|
| Reino | Vegetal |
| División | Fanerógamas |
| Clase | Dicotiledóneas |
| Orden | Angiospermas |
| Familia | Chenopodiáceas |
| Género | Chenopodium |
| Sección | Chenopodia |
| Subsección | Cellulata |
| Especie | <i>Chenopodium quinua</i>, Will |

Fuente: (Mujica, 2015).

2.3 Descripción botánica

2.3.1 Planta

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 2 a 3m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos.

El tallo principal puede ser ramificado o no; esto depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven (Borja, 2021).

2.3.2 Raíz

La raíz de quinua es del tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0,8 a 1,5m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores (Gómez, 2016).

2.3.3 Tallo

Es cilíndrico en la base tornándose anguloso a partir de la zona donde emergen las hojas y ramas, en forma alternada. La textura de la médula del tallo en las plantas jóvenes es blanda, y cuando se acerca a la madurez es esponjosa y hueca, de color crema y sin fibras. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes. El color del tallo puede ser verde, amarillo, rojo, púrpura, naranja o verde con estrías verticales de otra coloración. Las estrías pueden ser de color amarillo, rojo, rosado y púrpura, entre otros (Malán, 2015).

2.3.4 Hoja

Son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contiene además gránulos, en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla.

Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua (Borja, 2021).

2.3.5 Inflorescencia

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en

algunos casos terciarios. Fue Cárdenas (1944) quien agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, en amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. Según Gandarillas (1968) la forma de panoja está determinada genéticamente por un par de genes, siendo totalmente dominante la forma glomerulada sobre la amarantiforme, razón por la cual parece dudoso clasificar panojas intermedias (Malán, 2015).

2.3.6 Flores

Las flores son sésiles o pediceladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o frutos. Es una planta ginomonoica, presenta ambos sexos en la misma planta; hermafroditas y pistiladas. Las flores hermafroditas se encuentran en el ápice del glomérulo y son más grandes que las pistiladas, con un diámetro de 3 a 5mm; tienen cinco sépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Las flores pistiladas se encuentran alrededor y debajo de las flores hermafroditas, están formadas de cinco sépalos, un ovario súpero y dos o tres ramificaciones estigmáticas y tienen un diámetro de 2 a 3mm. (Montes et al, 2018).

La proporción de flores hermafroditas y pistiladas es variable; el rango encontrado varía de 2 a 98%; esta proporción es importante si el cultivo se siembra en forma aislada, ya que influye en la cantidad de frutos formados. Además de ello, algunas variedades de quinua tienen esterilidad masculina. La quinua se considera autógama con un porcentaje de cruzamiento de 17%, aproximadamente (Gómez, 2016).

2.3.7 Planta

Es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto está dado por el del perigonio

y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo. El perigonio del fruto que está pegado a la semilla, presenta alveolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente. Pegada al pericarpio se encuentra la saponina que le transfiere el sabor amargo, en el caso de variedades amargas (Calla, 2018).

2.3.8 Semilla

Presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio. El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye, aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla y envuelve al perispermo como un anillo, con una curvatura de 320 grados. La radícula, muestra una pigmentación de color castaño oscuro. El perispermo es el principal tejido de almacenamiento; reemplaza al endospermo y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la semilla. El color de los granos depende de la capa en observación. Si las variedades mantienen el perigonio sepaloide (tépalos de las flores) los colores son verdes, rojos y púrpura. Si se observa el pericarpio los colores pueden ser blanco, crema, amarillo, naranja, rojo, rosado, púrpura, marrón, gris y negro. Por otro lado si el pericarpio se desprende durante el proceso de eliminación de la saponina, la capa observada es la envoltura de la semilla o epispermo y puede ser blanca, crema, roja, marrón, gris o negra. La intensidad del color puede disminuir o desaparecer en el proceso de secado de los granos en maduración en campo y la luminosidad del ambiente de almacenamiento del grano o puede ser eliminada en el agua durante el lavado de la quinua. El color del pericarpio o capa del fruto y el color del epispermo o capa de las semillas puede ser diferente en la misma semilla (Gómez, 2016).

2.4 Fenología

2.4.1 Germinación

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. Las temperaturas del suelo son igualmente importantes para la iniciación del proceso. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. El hipocótilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis. En este estado puede haber daños de pájaros y podredumbre radicular. Se considera una fase crítica ya que es afectado por los estreses de agua y temperatura (Gómez, 2016).

2.4.2 Desarrollo vegetativo

Se inicia con la aparición, entre las dos hojas cotiledonales, de la primera y segunda hoja verdadera; las cuales crecen y se expanden en direcciones opuestas, simétricas y perpendiculares a los cotiledones que aún permanecen verdes. Se observan los primordios de la tercera y cuarta hojas en el ápice de crecimiento; antes de que las dos primeras hojas se hayan expandido totalmente, una vez formada la quinta hoja verdadera se observa la formación de yemas en las axilas de las primeras hojas. Alrededor de esta etapa se observa el desprendimiento de las hojas cotiledonales.

El crecimiento y desarrollo de hojas sigue este patrón simétrico descrito. En el estado de 10 pares de hojas verdaderas, las yemas axilares de las primeras hojas empiezan a formar las ramas y la planta pierde su simetría en la disposición de las hojas (Montes et al, 2018).

2.4.3 Ramificación

La ramificación se inicia con plantas con cinco pares de hojas verdaderas, por lo que se superpone con el desarrollo vegetativo y el desarrollo de botón floral. Las yemas formadas en las axilas de las primeras hojas se activan en forma secuencial; iniciándose con la yema axilar de la primera hoja y así sucesivamente. Se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos; debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la que mayormente se consumen las hojas como hortaliza. En esta etapa el área foliar se incrementa significativamente y se puede tener problemas con insectos de hojas y enfermedades foliares como el mildiu (Borja, 2021).

2.4.4 Desarrollo del botón floral

Esta fase fenológica se superpone con la fase de desarrollo vegetativo y con la fase de ramificación y es muy rápida. Es fácilmente reconocible por la aparición del primordio o botón floral en el ápice de la planta, se observa como una estructura compacta protegida por hojas y cubierta por la pubescencia granular vesicular rica en oxalato de calcio. Se hace evidente, alrededor del estado de 5 pares de hojas. Se describe considerando el tamaño del primordio floral desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal que señala el inicio de la formación de la inflorescencia (Gómez, 2016).

2.4.5 Desarrollo de la inflorescencia o panoja

Esta fase comprende la formación y crecimiento de la inflorescencia; la estructura piramidal o cónica formada por los primordios de glomérulos empieza alargarse, haciéndose evidente la formación del eje principal, eje secundario y terciario y el desarrollo de los primordios de glomérulos y la formación de hojas típicas de la inflorescencia, tomando la forma típica de cada tipo de inflorescencia. Se forman las flores y las estructuras

reproductivas. La inflorescencia se encuentra cubierta por pubescencia vesicular granular rica en oxalato de calcio con tonos blancos, rosados y púrpuras que contribuyen a la coloración propia de la inflorescencia de cada variedad. En forma similar se desarrollan las inflorescencias en las ramificaciones del tallo. La longitud de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente y varía de 15 a 70cm. Es a partir de esta fase fenológica que se observa el inicio de defoliación en la base de la planta. En esta fase ocurre el ataque de mildiu y el complejo Eurysacca y otros insectos de inflorescencia (Montes et al, 2018).

2.4.6 Floración

Esta fase se inicia con la apertura de las flores. Las flores hermafroditas y las pistiladas se abren al mismo tiempo y pueden observarse a simple vista, especialmente las flores hermafroditas con anteras amarillas intensas y brillantes.

La apertura de las flores, en algunas variedades, se inicia en la flor hermafrodita del ápice del glomérulo y las flores localizadas en diferentes partes del glomérulo, en cualquier parte de la inflorescencia. En otras variedades las flores se abren simultáneamente en diferentes glomérulos a lo largo de toda la panoja. La floración en las panojas de las ramas puede iniciarse durante el periodo de floración de la inflorescencia principal y puede durar más que en la principal.

Las flores permanecen abiertas durante 5 a 7 días en promedio y la máxima apertura ocurre entre las 10a.m. y las 2:00p.m. En general existe asincronía en la floración, que es un mecanismo importante para tolerar temperaturas extremas durante la floración y asegurar que parte de la inflorescencia pueda tener flores viables. En la misma panoja la floración puede durar de 12 a 15 días. La duración de la floración es variable, en algunas variedades es corta y en otras puede tomar más tiempo. En esta fase el color de las panojas se intensifica, la defoliación de hojas de la base continúa y el cultivo

es bastante sensible a las temperaturas extremas y a las sequías (Borja, 2021).

2.4.7 Antesis

Esta fase se superpone con la de la floración. Es la fase de liberación de polen por las flores hermafroditas. Las flores hermafroditas producen abundante polen y se ha observado mucha presencia de insectos, probablemente polinizadores. También el polen es distribuido por el viento. Se calcula una polinización cruzada de alrededor del 17%. Este estado finaliza con la muerte de las anteras y el cierre del perigonio sepaloide y la eliminación de hojas en la base de la planta. Esta fase es muy sensible a las temperaturas extremas y al ataque del complejo Eurysacca y el complejo de chinches (*Liorrhysus hyalinus*, *Dagbertus nr fasciatus*, *Dagbertus sp*, *Nysius simulans*) (Delatorre et al, 2013).

2.4.8 Fruto, crecimiento y estado acuoso

Después de la fecundación los frutos formados empiezan a crecer y desarrollar. El crecimiento se evalúa considerando el tamaño y la proporción ocupada dentro del espacio formado por el perigonio sepaloide en 25%, 50%, 75% y 100%.

Durante esta fase de crecimiento del grano, estos están llenos de una sustancia acuosa por lo que se denomina a esta fase, “estado acuoso”. Se puede observar la formación de las partes constitutivas del fruto, principalmente el de los cotiledones. La duración de este periodo es variable dependiendo de la variedad y del medio ambiente. A nivel de planta se observa la defoliación de hojas en la base de la planta y el cambio de intensidad de color de las inflorescencias (FAO, 2016).

2.4.9 Fruto en estado lechoso

Esta fase se superpone con la del estado acuoso. Los granos formados y con un 100% de su tamaño empiezan a recibir fotosintatos de las hojas, y

las partes verdes de las inflorescencias y la sustancia acuosa son reemplazadas con una sustancia lechosa. El color del fruto se diferencia al del perigonio sepaloide o envolturas florales y al de los ejes de la inflorescencia. El perigonio sepaloide se va abriendo a medida que el grano va engrosando, notándose los cinco tépalos separados, con apariencia de una estrella y donde se puede distinguir el color del pericarpio. En este estado se aprecia que el tercio superior de hojas está verde, en plena actividad fotosintética y que los 2/3 inferiores están empezando a decolorarse o en proceso de senescencia. En esta fase el ataque del complejo Eurysacca y el complejo de chinches (*Liorrhysus hyalinus*, *Dagbertus nr fasciatus*, *Dagbertus sp*, *Nysius simulans*) en las panojas pueden causar daños considerables, así como el déficit de humedad, las temperaturas extremas pueden afectar significativamente el rendimiento (FAO, 2016).

2.4.10 Fruto en estado masoso

Los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco con apariencia de masa con una humedad aproximada de 45%. En esta fase la planta alcanza la madurez fisiológica. Se inicia un proceso de pérdida de humedad de los granos y la planta hasta alcanzar la madurez de cosecha. Los frutos secos con una humedad aproximada de 20% pueden partirse fácilmente con la uña (estado rayable con la uña) y los granos con 12- 14% de humedad requieren ser partidos con los dientes (estado frágil bajo el diente). Estos porcentajes de humedad en los granos de quinua son similares a los observados en los frutos de cereales (FAO, 2016).

2.5 Requerimiento del cultivo

2.5.1 Clima

La producción de quinua está distribuida en áreas cuyas temperaturas oscilan entre 9 y 14°C, y puede soportar heladas de -5°C. Es un cultivo que

prospera en zonas de baja precipitación y que en algunas zonas de Bolivia y Argentina se obtienen buenas cosechas con apenas 250mm de lluvia, en cambio en Colombia y Ecuador los cultivos prosperan con precipitaciones superiores a 800 y 1000mm (Arévalo, 2008).

La quinua no tiene la misma importancia en todos los pisos ecológicos la quinua necesita una precipitación de 400 a 1000mm/año pues si es mayor afectará significativamente su desarrollo, el cultivo puede soportar la sequía pero no en exceso. La humedad del suelo debe estar en su capacidad de campo durante los procesos de germinación y floración ya que si se presenta un suelo seco afectará seriamente la labor de germinación (Arévalo, 2008).

La quinua se puede cultivar, desde las zonas templadas hasta los fríos páramos de la cordillera andina, o sea entre los 1900 y los 4000msnm sin que se observe disminución en la producción (Arévalo, 2008).

| | |
|----------------------|---|
| Precipitación | 500 – 800mm durante el ciclo de cultivo |
| Temperatura | 8°C |
| Foto período | Días cortos |
| Altitud | 2400 a 3200msnm |

Fuente: (Arévalo, 2008).

2.5.2 Suelo

Requiere suelo franco, franco arenoso, negro andino, con pendiente moderada, buen drenaje (Arévalo, 2008).

2.5.3 pH

El pH óptimo para el cultivo de quinua es entre 5,5 a 8,0 (AGROCALIDAD, 2016).

2.6 Manejo del cultivo

2.6.1 Preparación del terreno

La preparación de suelo es un segmento esencial previo a la siembra ya que de este depende el éxito o el fracaso si se va a cultivar la quinua de manera orgánica, en la cual necesita una arada y dos o tres rastradas, en lugares donde se encuentren pendientes pronunciadas deben ser realizado el surcado en contra de la misma para evitar degradación del suelo debido a las lluvias (Suquilanda, 2007).

La preparación del suelo consiste en remover la tierra, ya sea manualmente con la yunta o utilizando maquinaria agrícola. Si en la campaña anterior se sembró cualquier tubérculo es recomendable pasar solo con arado de disco. En el caso de terrenos que no presenten muchos terrones, con poca incidencia de malezas y plagas solo requiere pasar rastra y luego hacer el nivelado y surcado (Agrobanco, 2013).

2.6.2 Trazado de surcos

Si se realiza manualmente la distancia entre surcos debe ser 60cm para Tunkahuan y 40cm para Pata de Venado. Mientras que si se utiliza maquinaria la distancia entre surcos debe ser de 50 a 80cm (Peralta et al, 2013).

2.6.3 Densidad de siembra

En la Sierra Ecuatoriana el cultivo de quinua se recomienda ser sembrado en los meses de noviembre a febrero, desde los 2600 a 3200msnm, cuando el terreno tenga buen contenido de humedad con 12kg a 16kg de semilla por ha a chorro continuo y 0.80m entre surcos (Peralta E. , 2012).

2.6.4 Siembra

La siembra debe ser realizada inmediatamente de concluida la preparación del suelo. De esta forma las semillas dispondrán de humedad adecuada y

se reducirá la competencia con malezas. Las semillas de quinua son pequeñas y deben ser sembradas cuidadosamente para lograr una buena germinación y establecimiento del cultivo. La quinua puede ser sembrada directamente o por trasplante (Gómez, 2016).

2.6.4.1 Siembra manual

La distancia entre surcos es determinada de acuerdo a la maquinaria agrícola o al equipo de tracción animal a usar y puede variar de 40 a 80cm y con una profundidad máxima de 15 – 20mm (Gómez, 2016).

2.6.4.2 Siembra mecanizada

La quinua puede ser sembrada con una máquina sembradora de cereales de grano pequeño o con una de pastos. Es importante regular la sembradora cada 42 vez que se realice la siembra porque el tamaño de los granos de quinua depende de la variedad y del lugar de producción. Igualmente revisar la profundidad del tapado y el distanciamiento de los dispositivos que abren y tapan el surco o línea de siembra (Gómez, 2016).

2.6.5 Cantidad de semilla

La cantidad de semilla a emplear depende de los siguientes factores:

- Tamaño de la semilla: aplicar una mayor cantidad de semillas cuando estas son grandes y una menor cuando son pequeñas. El peso de mil granos de quinua varía de 1,5 a 3g.
- Zonas de siembra: se recomienda 10 – 12kg/ha de semillas en la costa o en zonas de terrenos planos y suelos con buena disponibilidad de humedad.
- En zonas de altiplano o valles interandinos, en condiciones de seco, se recomienda poner más semillas de 15 – 20kg/ha, especialmente en campos con suelos pedregosos, pendientes pronunciadas y superficiales y debido a que se secan muy rápidamente por la alta radiación solar característica de estas zonas.

Siembra manual o mecanizada.

- Siembra manual: 10 a 12kg/ha
- Sembradora de hortaliza: 4 a 5kg/ha
- Sembradora de Cereales: 12 a 15kg/ha

Durante el establecimiento del cultivo, entre el 40 y 50% de las semillas se perderán por una serie de factores. La poca profundidad de siembra, las semillas de quinua quedan cubiertas con una capa de suelo de 1 a 2cm, en zonas de secano con poca lluvia, una alta radiación solar origina un rápido secado del suelo superficial y la momificación de las semillas en pleno proceso de germinación (Gómez, 2016).

2.6.6 Procedimiento de siembra

Hacer el zarandeo para obtener semillas grandes. Una vez tapado el abono, sembrar la semilla a chorro continuo o a golpe Cubrir la semilla con una capa de tierra de 2 a 3cm; para esto utiliza una rama. Cuando el terreno está húmedo, el tapado es más superficial (1 a 2cm). La profundidad de siembra recomendada es de 3 centímetros como máximo (Gómez, 2016).

2.6.7 Periodo de siembra

Los periodos de siembra deben ser establecidos considerando:

- La variedad (periodo vegetativo), las tardías deben sembrarse al inicio de la campaña y si existieran retrasos en la siembra sembrar una variedad precoz.
- Ubicación de los campos: condiciones de costa, valles interandinos y altiplano.
- Disponibilidad de agua o inicio y duración del periodo de lluvias.

En zonas nuevas, la siembra debe realizarse en épocas con temperaturas iniciales de 15 a 18°C que son óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo y que deben ir incrementándose entre 20 a 25°C durante la floración, formación, crecimiento y llenado de los frutos. La maduración de cosecha

con días de sol para favorecer un buen secado y evitar el manchado de granos (Gómez, 2016).

2.7 Plagas

2.7.1 Gusano trozador o tierrero (*Agrotis Deprivata W*)

En este grupo de insectos se encuentran numerosas especies de la familia **Noctuidae**, las cuales tienen un comportamiento polífago e infestan una amplia variedad de hortalizas, de frutales en almácigo, de cultivos industriales como el algodón, de gramíneas, de cereales y de granos andinos. Las larvas, al emerger, se alimentan de las hojas inferiores, y a partir del tercer estadio se alimentan de plantas pequeñas cortándolas por la base (Cruces, 2016).

Las larvas de este insecto atacan en las primeras dos semanas del cultivo, cortando 15 los tallos de las plántulas. Las condiciones para el desarrollo de la plaga se dan en épocas de sequía (Cultivos Tradicionales, 2010).

2.7.1.1 Control orgánico

Los gusano trozadores tienen muchos depredadores que incluyen avispas parasitarias, moscas y depredadores como saltamontes. Los bioinsecticidas a base de **Bacillus thuringiensis** y el virus de la nucleopoliedrosis, así como el hongo **Beauveria bassiana** brindan un control eficaz de la población. Para estimular el desarrollo de depredadores naturales evite emplear tratamientos innecesarios (Tenorio. 2021).

2.7.1.2 Control químico

Para controlar las poblaciones de gusanos trozadores se pueden hacer uso de productos con contenido de clorpirifos, betacipermetrina, deltametrina y lambdacialotrina. También puede resultar útil aplicar insecticidas antes de la siembra, pero es recomendable se anticipa una población grande (Borja, 2021).

2.7.2 Masticadores de follaje (*Spodoptera frugiperda*)

En este grupo de plagas se encuentran especies de las familias ***Chrysomelidae*, *Meloidae* y *Noctuidae***, cuyo daño principal es la reducción del área fotosintética como resultado de su alimentación sobre el follaje. Los adultos son de actividad nocturna y con una gran capacidad de vuelo y dispersión. La hembra coloca sus posturas en masas de hasta 150 huevos cubiertos con escamas. Las larvas inicialmente consumen el tejido foliar raspando la epidermis de uno de los lados, dejando la epidermal opuesta intacta. En el segundo o tercer instar, las larvas comienzan a realizar orificios en las hojas. Larvas desarrolladas pueden causar una defoliación intensa en la planta. Se ha apreciado que las larvas pueden subir a la panoja de la quinua para alimentarse de las flores y los granos en desarrollo (Cruces, 2016).

2.7.2.1 Control químico

El método químico es el más común para el control del gusano masticador del follaje, donde la efectividad radica principalmente en el ingrediente activo, así como la calidad y el momento de la aplicación.

Para las aplicaciones foliares de productos químicos se recomienda tener presiones menores a 70 libras en el aguilón, además se debe usar boquillas tipo abanico, que son las que generan gotas grandes para que el líquido se escurra por el cogollo y se introduzca hasta donde se encuentra la larva, y así aumentar la eficiencia y no permitir el escape, también se recomienda la adición de coadyuvante de tipo surfactante, que son de mucha utilizad para lograr que la gota se escurra hacia el cogollo (Chemical, 2019).

2.7.3 Minador de hojas (*Liriomyza* sp.)

Las “moscas minadoras” que atacan al cultivo de quinua, ***Liriomyza braziliensis* y *L. huidobrensis***.

Las larvas de estas especies comen las hojas alimentándose del parénquima por debajo de la epidermis, realizando minas serpenteantes y reduciendo la capacidad fotosintética de la planta. En el cultivo de quinua se reporta que las larvas se alimentan del parénquima de las hojas, debajo de la epidermis, realizando minas serpenteantes de color amarillo que posteriormente se tornan oscuras. Una vez completado el desarrollo larval, empupan dentro de la mina. La presencia e infestación de esta especie en quinua es favorecida por las condiciones ambientales cálidas y secas (Borja, 2021).

2.7.3.1 Control químico

Antes de implementar el control químico de ésta y otras plagas, los parasitoides siempre deben ser tomados en cuenta. Los productos idóneos para el control del minador son: Abamectina (Agrimec) y Ciromacyna (Trigard), en dosis de 5,4 y 75l/ha respectivamente, los cuales deben ser utilizados en forma alterna para reducir los riesgos inherentes al desarrollo de la resistencia (Reyes, 2018).

2.7.3.2 Control cultural

Cuando los cultivos hospedantes del minador de la hoja no están presentes en el campo, esta plaga se encuentra en una variedad de plantas, principalmente maleza de hoja ancha, que le sirven como reservorio. La destrucción de esta maleza y de los residuos de los cultivos inmediatamente después de la última cosecha, son medidas de prevención muy importantes para reducir las poblaciones de este insecto (Reyes, 2018).

2.7.4 Insectos masticadores de granos de la panoja (*Chloridea*)

Estos insectos se caracterizan por estar presentes principalmente en la inflorescencia y la panoja, en la cual se alimenta de las flores y granos en proceso de formación.

Este grupo de plagas está conformado principalmente por especies pertenecientes a los géneros ***Chloridea***, ***Helicoverpa***, ***Spoladea***, ***Herpetogramma*** y ***Eurysacca***. Las especies de ***Spodoptera***, ***Copitarsia*** y ***Chrysodeixis***, tratadas previamente en el presente documento, ocasionalmente suben a la panoja para alimentarse de los granos. El género ***Eurysacca*** es el más recurrente en todas las regiones donde se cultiva el grano. Se denominan como “complejo polilla”, referido como tal debido a que los agricultores, indistintamente de la especie, la llaman “polilla de la quinua”. En el cultivo de quinua, se ha observado que ovipone en hojas tiernas, inflorescencia y en la panoja con granos en proceso de formación; esta última sirve de alimento para las larvas al emerger. Como consecuencia de esta conducta alimenticia, los excrementos que van dejando durante su desarrollo contaminan el grano al momento de la cosecha (Cruces, 2016).

2.7.4.1 Estrategias de control:

Para evitar la presencia de la plaga es necesario:

- Riego de “machaco” o de pre siembra.
- Labranzas profundas.
- Mantener el campo libre de malezas.
- Rotación de cultivos.
- Utilizar trampas de melaza para detectar las primeras infestaciones.
- Cuando la plaga esté presente es necesario: Utilizar trampas de oviposición, liberación de ***Trichogramma sp.***
- Cuando se detecte posturas en el campo: Utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción (FAO, 2017).

2.7.5 Insectos picadores-chupadores

En este grupo de plagas se encuentran insectos del Orden Hemiptera, cuya característica peculiar son las piezas bucales tipo picadoras-chupadoras. Estos se alimentan de la savia y/o el contenido de los granos en proceso

de formación, lo que afecta directamente el rendimiento. Aquellos que adquieren mayor importancia para la quinua son las chinches de los géneros *Nysius*, *Liorhyssus* y *Dagbertus*, y pulgones de los géneros *Myzus* y *Macrosiphum*. Las ninfas tienen un comportamiento gregario hasta el quinto estadio y se alimentan, al igual que los adultos, de los distintos órganos de la planta durante el periodo vegetativo. Cuando inicia la etapa de floración de la quinua, las chinches suben a la panoja para alimentarse de los granos que están en proceso de formación y como consecuencia provocan su vaciado, resultando en “granos vanos” (Cruces, 2016).

2.7.5.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la plaga es necesario:

- Riego de “machaco” o de pre siembra.
- Labranzas profundas.
- Mantener el campo libre de malezas.
- Rotación de cultivos.
- Utilizar trampas pegantes amarillas para detectar las primeras infestaciones de los alados.
- Cuando la plaga esté presente es necesario: Utilizar insecticidas sistémicos de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción (Santivañez, 2016).

2.8 Enfermedades

2.8.1 Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*)

El mildiu de la quinua es una enfermedad endémica en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. No obstante, este patógeno también se ha detectado en otros países de Norteamérica, Asia, África y Europa. La sintomatología se manifiesta principalmente en el follaje, aunque también se pueden observar daños en tallos, ramas, inflorescencia y granos. Inicialmente la enfermedad se presenta como manchas cloróticas

irregulares de color amarillas, rosadas, rojizas, anaranjadas o pardas, dependiendo de la variedad. Si el ataque ocurre en fases iniciales de desarrollo de la planta, se puede perder completamente la producción. En variedades resistentes las pérdidas oscilan entre 20 y 40% (Cruces, 2016).

La principal enfermedad de la quinua es el Mildiu, que generalmente ataca a las hojas volviéndolas cloróticas más o menos en forma circular para luego extenderse más hasta desecarla por completo (Duchitanga, 2017).

2.8.1.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Uso de variedades resistentes.
- Semilla de calidad.
- Buena preparación del terreno, eliminando rastrojos.
- Rotación de cultivos.
- Uso de inductores de resistencia.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario: Fungicidas de contacto y sistémicos, Biofungicidas (Duchitanga, 2017).

2.8.2 La chupadera fungosa o marchitez a la emergencia

La “chupadera fungosa”, “marchitez a la emergencia” o “pudrición del tallo de la plántula” es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia. Puede ser importante en muchas zonas donde se cultiva quinua, aunque por desconocimiento está siendo subestimada por los productores. Esta enfermedad es causada por patógenos del suelo, que pueden constituirse en un importante factor limitante del cultivo en zonas con suelos pesados y húmedos, en años con alta precipitación, en sistemas de producción donde se incluyen hortalizas y en suelos con alto contenido de materia orgánica. Los síntomas causados por *Pythium* se muestran en preemergencia, con la pudrición de las semillas o en post emergencia con la pudrición de la raíz de las plántulas recién germinadas, observándose el avance de la enfermedad desde el extremo apical de la raíz hacia arriba. Los síntomas

característicos causados por *Fusarium spp.* Se presentan en post emergencia, con un estrangulamiento en la base del tallo de las plántulas, lo cual obstruye la circulación de agua y nutrientes. Las plántulas que logran sobrevivir quedan afectadas y muestran un desarrollo pobre (Cruces, 2016).

2.8.2.1 Estrategias de control

Debido a que el agente causal provoca directamente la muerte de las plántulas, se debe evitar su presencia en los primeros estados de desarrollo:

- Uso de semilla sana.
- Buena preparación de terreno.
- Rotación de cultivo.
- Buen manejo de riego y drenaje del suelo, evitando encharcamientos (Cruces, 2016).

2.8.2.2 Control químico

Se recomienda el uso de fungicidas sintéticos para evitar esta enfermedad (Benomyl, Captan o Carboxim más Thiram) para la producción convencional y sí es orgánica se recomienda el uso de biofungicidas en base a *Trichoderma sp.* o la mezcla de *Trichoderma sp.* y *Bacillus sp.* (Santivañez, 2016).

2.8.3 Moho Verde

Esta enfermedad está relacionada con el patógeno *Peronospora variabilis*; su incidencia se intensifica en épocas muy lluviosas y después de la aparición de los síntomas del mildiu de la quinua. Los síntomas iniciales se presentan en las hojas inferiores como manchas pequeñas de coloración verde, con una esporulación de aspecto felposo sobre el haz. A medida que progresa la enfermedad, las manchas se unen cubriendo la totalidad de la lámina foliar sobre la cual se observa una esporulación abundante, seguida de un amarillamiento y la caída de la hoja. Por acción

del viento, el patógeno infecta la panoja, ocasionando el enmohecimiento parcial o total de esta (Cruces, 2016).

2.8.3.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Semilla de calidad
- Buena preparación de terreno, eliminando rastrojos.
- Rotación de cultivos.
- Distanciamientos de siembra adecuados.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario: Fungicidas de contacto y sistémicos, Biofungicidas (Cruces, 2016).

2.8.4 Mancha Ojival del Tallo

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en el Perú en 1974 y es llamada también “mancha oval del tallo”. La sintomatología se observa principalmente en los tallos y peciolo y en menor proporción en las hojas, ramas y pedúnculos florales. Los daños se observan como lesiones ojivales en el tallo, de coloración gris en el centro y de bordes marrones, rodeados por un halo de aspecto vítreo; en el interior de estas lesiones se pueden observar puntitos negros que corresponden a las picnidias del patógeno (Cruces, 2016).

2.8.4.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Eliminar el rastrojo enfermo.
- Buena preparación de terreno.
- Rotación de cultivos.
- Búsqueda de resistencia genética.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario: sería recomendable el uso de fungicidas sintéticos u orgánicos (Chemical, 2019).

2.8.5 Podredumbre marrón del tallo

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en el Perú, en Puno, en 1974. La podredumbre marrón del tallo también es conocida como “punta negra”, es de incidencia esporádica en Bolivia y más común en las zonas de producción de Perú, pero de importancia secundaria. Con lesiones de tamaño variable, de 5 a 15cm, de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo, que pueden incluso abarcar toda la circunferencia del tallo, mostrando un aspecto “chupado” (tejido enfermo deshidratado y contraído). En el interior de las lesiones se forman puntitos negros que corresponden a las picnidias. Como consecuencia del daño, se puede dar una clorosis intensa en las hojas y posteriormente una defoliación progresiva que va desde el ápice hacia abajo. El tallo suele doblarse y puede quebrarse con facilidad en los puntos de infección (Santivañez, 2016).

2.8.5.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Evitar la siembra en suelos pesados, debido a que el encharcamiento favorece la aparición de la enfermedad.
- Realizar drenajes adecuados.
- La rotación de cultivos rompe el ciclo del patógeno. El nivel de infección se reduce a niveles muy bajos pero persistentes. En caso de la aparición de la enfermedad no rotar con papa.
- En producción orgánica se recomienda la aplicación de Hidróxido de Cobre (con dosis de 3kg/ha).

Cuando la enfermedad esté presente es necesario: Realizar aplicaciones de fungicidas, se debe leer las instrucciones de uso y la dosificación recomendada por el fabricante, solo aplicar cuando se presenta el problema (Santivañez, 2016)

2.8.6 Mancha Foliar

Esta enfermedad aparentemente no representa mayor importancia económica. Los síntomas se manifiestan como manchas con bordes café claro por lo cual es denominada “mancha foliar” y el agente causal es *Ascochyta hyalospora*. La sintomatología se presenta como manchas en las hojas de forma circular, de tonalidad clara y con bordes café claro; posteriormente estas áreas se tornan necróticas y sobre ellas es posible observar picnidias oscuras a simple vista. Fuertes infecciones conducen a la pérdida de las hojas. Este hongo también puede afectar semillas, plántulas y tallos (Tenorio, 2011).

2.8.6.1 Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Buena preparación de terreno.
- Rotación de cultivo.
- Eliminación de rastrojo contaminado.
- “Barreras vivas” para reducir la contaminación desde campos vecinos.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario: Fungicidas de contacto y sistémicos (Santivañez, 2016).

2.9 Fertilización

Alcanzó un rendimiento de 1639kg/ha, y utilizando 160kgN/ha, el rendimiento fue de 1665kg/ha; este resultado sugiere que no conviene utilizar altos niveles de N, por encima de 120kg/ha porque el exceso produce una disminución de los 16 rendimientos. Utilizando 60kg P₂O/ha, se obtuvo un rendimiento de 1188kg/ha, y con 120kg P₂O/ha, el rendimiento fue de 2117kg/ha (Luzón, 2016).

Determinó los niveles de N-P₂O-K₂O que maximizan el rendimiento de quinua, es decir, por cada kgN/ha hasta un nivel de 50kg/ha, la producción

de quinua se eleva en 11 a 15kg/ha; para el caso del Fósforo, por cada kg (P_2O_5) ha hasta un nivel de 50kg/ha, la producción de quinua se eleva en 30 a 43kg/ha, se ha encontrado además que existe una buena respuesta a la aplicación fraccionada del nitrógeno, la mitad a la siembra y la mitad al aporque (Morales, 2012).

2.9.1 Dosis de Fertilización

Las dosis de fertilización deben considerar el potencial de rendimiento de la variedad y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. En el caso específico de la quinua los rendimientos más altos; entre 6000 a 7000kg/ha, en condiciones de campo de agricultor han sido logrados con 300-120-300kg/ha de nitrógeno-fósforo-potasio en suelos franco arenosos y a 1200msnm; siendo los nutrientes administrados mediante el sistema de riego (Gómez, 2016).

2.9.2 Aplicación de los fertilizantes

2.9.2.1 A la siembra

Los fertilizantes fuente de nitrógeno, fósforo y potasio mezclados deben ser colocados cerca de las semillas y cubiertos con suelo antes de la siembra para evitar el contacto con las mismas (Gómez, 2016).

2.9.2.2 Al desarrollo vegetativo

En el proceso de deshierbo-desahije-aporque se debe realizar la segunda aplicación de nitrógeno. Esta aplicación debe ser hecha en suelo húmedo y taparlo con la labor de aporque (Calla, 2018)

2.9.2.3 A la formación de inflorescencia

De requerirse una tercera aplicación hacerla en suelo húmedo o foliar (Gómez, 2016).

2.10 Control de malezas

El lento crecimiento de la quínoa después de la germinación hace que el manejo de las malezas sea particularmente desafiante y que presente un amplio período crítico de interferencia con las malezas, que se inicia en la siembra y manteniéndose hasta la floración. Las malezas son dañinas pues estas no compiten con el cultivo por agua, nutrientes, espacio e iluminación, sino también son fuente de refugio para mucho de los fitófagos plaga que infestan la quinua, además de generar un microclima favorable para el desarrollo de los patógenos. Malezas de hoja ancha Estas están conformadas principalmente por especies de la familia ***Amaranthaceae*** (parientes de la quinua), ***Solanaceae***, ***Asteraceae***, ***Brassicaceae***, ***Portulacaceae***, ***Plantaginaceae***, ***Euphorbiaceae***, ***Papaveraceae***; Malezas de hoja angosta Conformada por gramíneas (cuyas fuentes de propagación son los estolones) y las malezas ciperáceas (cuya fuente de propagación son los bulbos) que son las más difíciles de erradicar (Callohuari, 2016).

Se procede a una escarda o raspada superficial con herramienta manual, ya sea azadón o palín, además de un arrime de tierra junto a los sitios de quinua, para hacer un cubrimiento de arvenses aledañas. Se puede permitir otro rebrote de plantas espontáneas hasta cuando las primeras tengan buen desarrollo, pero con un sistema radicular sin el máximo anclaje. Luego, se realiza otra escarda a una mayor profundidad que la primera para un ligero aporque a los sitios del cultivo, removiendo la tierra y amontonándola a su alrededor. La segunda escarda podría ser cambiada por una partida en el centro de las calles empleando un arado de chuzo movido por un equino. Con esta labor queda suficiente tierra suelta para hacer un aporque más efectivo, tapando las arvenzas pequeñas y desanclando las raíces de las más grandes (Zañudo, 2016).

2.11 Riego

En la costa peruana el cultivo de quinua se conduce bajo riego. El riego debe ser hecho de tal forma que proporcione a la quinua la cantidad de

agua requerida para su crecimiento y desarrollo óptimo. El agricultor que riega su predio conoce la pendiente, identifica los lugares más difíciles de regar, el sector donde el agua se empoza y otros. Con este conocimiento y con ayuda de un plano topográfico se puede establecer el sistema de riego y drenaje. Es importante señalar que la quinua se ve muy afectada en su crecimiento y desarrollo en zonas inundables del campo. Bajo condiciones de riego en costa se ha observado que el cultivo requiere entre 5000 a 10000 m³ con riego de gravedad y de 3500 a 7500m³ con riego por goteo. La demanda de agua o cantidad aplicada varía por el clima; invierno, primavera, verano, el suelo: arenosos, francos, arcillosos, etc, el cultivo-variedad: precoces o tardías, y el riego empleado (Gómez, 2016).

2.12 Cosecha

La cosecha es una etapa que necesita de mucho cuidado en su realización y que no necesariamente son tomadas en cuenta por los productores. Además, requiere de una planificación anticipada y adecuada donde se debe considerar la maduración fisiológica de la semilla; hojas basales del tallo y panojas amarillentas, disponibilidad de máquinas, equipos, herramientas, mano de obra, condiciones climáticas de la zona y el tiempo de duración, que está en función de la maduración de las variedades. Un 60% de productores lo realizan en forma manual con la ayuda de hoz y los otros 40% aún lo realizan con la práctica de arranque manual de las plantas. Este último demanda mayor número de jornales, incrementa los costos y demanda mayor tiempo; además da lugar a que las raíces de la planta estén adheridas de tierra, arena y en algunos casos piedrecillas que disminuyen la calidad física del grano (Malán, 2015).

2.13 Trillado

Antes de iniciarla, es importante tener en cuenta la humedad del grano, que no debe ser ni muy seco ni muy húmedo 12–15%. Consiste en separar el grano de la planta. Se puede realizar de diversas maneras: Manualmente, empleando palos o haitanas, animales de carga, pisando con las ruedas de

un tractor, etc. Actualmente se ha mecanizando está etapa, empleándose trilladoras estacionarias, las que funcionan con la toma de fuerza de un tractor o con motor propio. En este caso es importante la regulación del cilindro de la máquina. Mediante este proceso, se desprenden los perigonios de las semillas y la paja, obteniéndose una mezcla de broza y semillas. Las pérdidas ocasionadas en el trillado son alrededor de 5 a 8% (FAO, 2011).

2.14 Pre-limpieza y aventado

Consiste en separar el grano de las impurezas orgánicas e inorgánicas después de la trilla. Entre los materiales orgánicos tenemos pedazos de tallos o killi, hojas pequeñas, cáscara de quinua, granos partidos, semillas de malezas y larvas de insecto. Entre los materiales inorgánicos contamos con piedrecillas, arena y otros. El mejor momento para realizar el venteo es por las tardes, debido a las fuertes corrientes de aire. Se usan platos o zarandas y a determinada altura se sacuden para hacer caer los granos sobre la lona, el viento separa las impurezas. No es recomendable guardar el grano con impurezas porque se torna amarillento (Malán, 2015).

2.15 Secado de granos

En el secado o retiro de la humedad ocurren dos procesos simultáneos; el primero consiste en la transferencia del vapor de agua de la superficie de los granos hacia el aire y el segundo es el movimiento del agua desde la parte interna del grano hacia la parte superficial. Para realizar este proceso se requiere de calor. En el altiplano peruano esta actividad se realiza principalmente aprovechando las condiciones medio ambientales buenas para el secado como; temperaturas de 15°C humedad relativa 48%, y presencia de horas luz y corrientes de viento (Malán, 2015).

2.16 Limpieza, selección y clasificación del grano

Esta etapa consiste en la obtención de granos limpios libre de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas, que pudieron haber quedado después

de la primera limpieza, para luego ser seleccionadas y clasificadas de acuerdo a su tamaño y requerimiento de calidad: color y otros (Malán, 2015).

2.17 Almacenamiento

El almacenamiento se debe realizar en lugares limpios y secos, protegidos de roedores e insectos con libre circulación del aire, para lo cual el grano debe estar seco y limpio y puestas en recipientes cerrados o costales de tejido estrecho, con un contenido de humedad inferior a 13% (Borja, 2021).

2.18 Sistemas de producción

Los sistemas de producción agrícola se definen como el conjunto de técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas. Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas (Vargas, 2016).

El Programa Nacional de Leguminosa y Granos Andinos PRONALEG-GA del INIAP, desde el 2005 al 2009 viene ejecutando el proyecto “Sistemas de producción sostenibles para garantizar la seguridad alimentaria. Se ha seleccionado de manera participativa líneas y variedades de quinua superiores, se ha reintroducido el cultivo y el consumo en familias integradas en cinco Comités de Investigación Agrícola Local CIAL. Los agricultores y productores han sido capacitados en la producción y comercialización de semilla de buena calidad de quinua Tunkahuan y Pata de venado (Peralta E. , 2009).

Generalmente, la quinua está formando parte de un sistema asociado o múltiple de cultivos; en muy pocas ocasiones se encuentra como monocultivo, las asociaciones más frecuentes son con maíz con 58.7%, con papa, oca, melloco, en menor porcentaje, los sistemas múltiples en los que se hallan más de dos cultivos representan el 21%, mientras que los

monocultivos apenas el 10%, este último es muy frecuente en el Cantón Otavalo. Con respecto a rotaciones muy pocos lo ponen en práctica, pero el 70.6% no la efectúan (Peralta E. , 2009).

En Ecuador se siembra tres sistemas de producción de la quinua; el sistema tradicional, en el cual se siembra la quinua en asociación con otros cultivos, principalmente con maíz, papa o haba en líneas cruzadas por la parcela de estos cultivos. El sistema semi intensivo, en el que la quinua se siembra en forma de monocultivo a 100 a 5000m², en este se aplica labores culturales más intensas, manejo de plagas, cosecha manual y trilla con máquina; y, el sistema tecnificado, donde amplias superficies se dedican a quinua hasta 10ha, en los cuales se emplea toda la tecnología moderna o convencional (Peralta E. , 2009).

2.18.1 Monocultivo

Se refiere a plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación (control de pestes, fertilización y alta estandarización de la producción), lo que hace más eficiente la producción a gran escala (ECURED, 2011).

El monocultivo de la quinua se da en parcelas de entre 100 y 5000 metros cuadrados, en el que serán necesarios varios deshierbes, la aplicación de fertilizantes, e incluso realizar controles fitosanitarios. Este sistema requiere además de la rotación del cultivo, que puede hacerse con papa o haba. Esta rotación permite ahorrar en fertilizantes para la quinua pues se puede aprovechar los residuos que dejan los cultivos previos (INFOAGRO, 2014).

2.18.2 Cultivos en fajas

Cultivo de cosechas en hileras, trazadas sistemáticamente al contorno para reducir la erosión. Su función principal es aumentar o mantener la productividad del cultivo asociado mediante la incorporación orgánica de

abono verde y hojarasca, toma de nutrientes: N, P, K, Ca y Mg, de las capas profundas (Ospina, 2006).

En el caso de los cultivos en franjas, donde varios surcos contiguos de cada participante van dispuestos alternadamente, o los intercultivos; donde sólo un surco o un par de ellos están dispuestos alternadamente, el componente de mayor porte como el cultivo de maíz se verá beneficiado en la zona de “interfase” o transición, optimizando su producción respecto de la condición de monocultivo debido a una mayor disponibilidad de recursos (Monzón, O. et al. 2005).

2.19 Variedades

2.19.1 INIAP-Tunkahuan

La quinua (*Chenopodium quinoa W*) es un grano de origen andino, cultivado y consumido principalmente en Bolivia, Perú y Ecuador. En menor escala se cultiva en el norte de Argentina, Chile y Colombia. Desde los años ochenta trascendió las fronteras andinas, hoy se cultiva en Brasil, EEUU, Canadá, Holanda y otros países europeos y su demanda como alimento de alta calidad nutritiva es casi mundial.

En Ecuador, el rescate de este grano andino junto al ataco (amaranto) y al chocho se inició en el año 1983, con la recolección de la variabilidad nacional y la formación del banco de germoplasma del INIAP. El ex programa de cultivos andinos de la Estación Experimental Santa Catalina, inició las primeras investigaciones y después de algunos años de trabajo en fitomejoramiento. Manejo agronómico y calidad nutricional, liberó dos variedades de alto rendimiento pero altas en contenido de saponina que es la sustancia amarga. En 1992 liberó las primeras variedades de bajo contenido de saponina “dulce”, de las cuales la variedad INIAP Tunkahuan continúa vigente; las otras ya no se mantienen ni se cultivan (Peralta E. , 2010).

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Habito de crecimiento | Erecto |
| Tipo de raíz | Pivotante |
| Tipo de ramificación | Sencillo a ramificado |
| Forma de tallo | Redondo con aristas |
| Color del tallo juvenil | Verde claro |
| Forma de la hoja | Triangular |
| Tamaño de la hoja | Grande |
| Borde de la hoja | Ondulado y dentado |
| Axila de la hoja | No pigmentado |
| Presencia de estrías | Si |
| Color de la planta joven | Verde |
| Color de la panoja en flor | Rosado |
| Color de la panoja adulta | Rosado-Amarilla |
| Tamaño de la panoja (cm) | 20 A 60 |
| Tipo de panoja | Glomerular |
| Pedicelos | Largos |
| Color de grano seco | Blanco |
| Tamaño del grano | Mediano a pequeño 2,1mm |
| Forma del grano | Redondo aplanado |
| Peso de 1000 granos | 2,9 A 3,0g |
| Peso hectolítrico | 66Kg/Hl |
| Contenido de saponina (%) | 0,06 |
| Altura de planta (cm) | 90 A 180 |
| Días al panojamiento | 70 A 110 |
| Días a floración | 90 A 130 |
| Días a la cosecha en seco | 150 A 210 |
| Adaptación | 2200 A 3200msnm |
| Rendimiento | 1500 A 3000Kg/Ha. 33 A 66qq/Ha |

Fuente: (Peralta E. , 2010).

2.19.2 INIAP-Pata de venado

La variedad INIAP Pata de venado proviene de una entrada obtenida por intercambio de germoplasma con Bolivia. Este material genético está registrado en el departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP con el código ECU-572.

En el año 2001 se caracterizó y evaluó la colección nacional de quinua de grano blanco y de acuerdo con la precocidad, resistencia mildiu, contenido de saponina y potencial de rendimiento, la entrada ECU-572 fue seleccionada como línea promisorio.

Desde el 2002 al 2005, la nueva variedad, fue evaluada en forma participativa con agricultores en comunidades de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar. La variedad fue entregada a los agricultores en año 2005.

Durante el proceso de investigación participativa, los agricultores de las diferentes comunidades seleccionaron la variedad por los siguientes criterios: panoja grande y compacta; altura de planta mediana; poco follaje; tallo fuerte y poco acame: buena producción; rápida en madurar; resistente a enfermedades; grano dulce, blanco y cascara fina (Mazón, 2010).

| | |
|---------------------------------|----------|
| Habito de crecimiento | Erecto |
| Ramificación | Ausente |
| Color de la panoja | Rosada |
| Tipo de panoja | Terminal |
| Tamaño de la panoja (promedio) | 29 |
| Altura de planta (promedio) | 68,6cm |
| Acame de cosecha | Bajo |
| Color de grano | Blanco |
| Peso de 100 semillas (promedio) | 0,36g |
| Contenido de saponina | 0,00% |
| Días a la floración (promedio) | 70 |

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Días a la cosecha (promedio) | 151 |
| Rendimiento por planta (promedio) | 7,6g |
| Rendimiento por ha (promedio) | 1200Kg |
| Adaptación (altitud) | 2800 A 3800msnm |

Fuente: (Mazón, 2010).

2.19.3 Línea Ecu 67-17

Procedentes del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos PRONALEG–GA del INIAP – Santa Catalina. La variedad se puede cultivar en un cultivo intercalado sistema con maíz “INIAP 111”y variedades de maíz como chocho y lenteja. Moderadamente tardía, tolerante a moho y resistente al encamado. El grano es blanco y dulce. Excelente para sopas, harina, galletas (INIAP. 2015).

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Habito de crecimiento | Erecto |
| Ramificación | Mayor ramificación |
| Tipo de raíz | Rosada |
| Tipo de panoja | Pivotante semiramificada |
| Forma del tallo | Redondo |
| Color del tallo | Verde claro – purpura |
| Pigmentación del tallo | No pigmentadas |
| Forma de hojas | Romboidales |
| Tamaño de hojas (cm) | De 21 a 40 |
| Borde de hojas | Entero |
| Color de planta | Púrpura |
| Días al panojamiento | 56 |
| Color panoja inmadura | Verde claro |
| Color panoja madura | Amarillento anaranjado |
| Tipo de panoja | Glomerulada |
| Pedícelos | Largos |
| Latencia de semilla | Ausente |
| Días a la floración | 125 |

Fuente: (INIAP. 2015).

2.19.4 Maíz Iniap-111 Guagal mejorado

INIAP-111, proviene de una base de variedades locales colectadas en casi toda la provincia Bolívar. Las variedades presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano tanto en choclo como en grano seco, se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó de varios ciclos de cultivo en toda la zona maicera de la provincia Bolívar. Se caracteriza por ser tardía, de porte bajo (en comparación a las variedades que poseen los agricultores), con resistencia al acame, así como de buen rendimiento y calidad de grano para choclo y seco. Se adapta a altitudes entre los 2400 a 2900msnm. La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura, altitud (Guaman, 2021).

| Características agronómicas y morfológicas | INIAP-111 |
|--|------------------------|
| Días a la floración femenina | 134 -138 |
| Días a la cosecha en choclo | 202 – 208 |
| Días a la cosecha en seco | 260 – 265 |
| Altura de planta (m) | 3,0 a 3,2 |
| Altura inserción de la mazorca (m) | 1,70 |
| Longitud de la mazorca (cm) | 20.10 |
| Rendimiento comercial en choclos sacos/ha | 250 a 300 |
| Rendimiento en seco kg/ha en un cultivo | 4000 |
| Número de hileras por mazorca | 12 |
| Color de la tusa | Roja: 90 y Blanca: 10% |
| Color del grano seco | Blanco |
| Color del grano tierno (Choclo) | Blanco |
| Tipo de grano Harinoso | Harinoso |
| Textura del grano Suave | Suave |

Fuente: (Guaman, 2021).

Por su color blanco característico, el maíz presume de sustancias químicas beneficiosas para el hombre. El grano de maíz está compuesto altamente por una cubierta seminal o pericarpio con un alto contenido del 87% de fibra

cruda, misma que contiene hemicelulosa 67%, celulosa 23%, y lignina 0,1%; el endospermo por su parte contiene el 87% de almidón, 8 % de proteínas y grasas crudas valores relativamente bajos. El germen por su parte es la parte del grano donde más se alojan las grasas crudas 33% y el 20% de proteínas, las albúminas, las globulinas y el nitrógeno no proteico totalizan aproximadamente el 1 y 8% del total de nitrógeno, con proporciones del 7%, 5% y 6%, respectivamente. Esta parte del grano le dan a éste las cualidades nutricionales ideales para que se convierta en una fuente natural de proteína y vitaminas necesaria para una alimentación balanceada (Sánchez, 2022).

2.20 Costo beneficio

El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa.

El costo-beneficio (B/C) también es conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos o beneficios netos VAN, entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales VAC (Rodríguez, 2021).

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Materiales

3.1.1 Localización de la investigación

| | |
|------------------|---|
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Veintimilla |
| Sector | Granja Laguacoto III |
| Dirección | Laguacoto III. (Guaranda Km.1 1/2 Vía San Simón) |

3.1.2 Localización de la Situación geográfica y climática

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Altitud | 2622msnm |
| Latitud | 01°36´52"S |
| Longitud | 78°59´54"W |
| Temperatura media anual | 14,4°C |
| Temperatura máxima | 21°C |
| Temperatura mínima | 7°C |
| Precipitación media anual | 980mm |
| Heliofanía promedio | 900 /horas/luz/año |
| Velocidad de viento | 6m/s |

Fuente: Laguacoto- INAMHI. (2021).

3.1.3 Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de la zona de vida, realizado por Holdrige, L; el sitio corresponde a la formación de bosques seco Montano Bajo (bs – MB) (Holdridge, 1979).

3.1.4 Material experimental

- 3 accesiones de quinua dulce
- Maíz INIAP 111

3.1.5 Materiales de campo

- Azadillas
- Píolas
- Flexómetro
- Estacas
- Libreta de campo
- Recipientes plásticos
- Cámara digital
- Bomba de mochila
- Calibrador de vernier
- Agroquímicos (Metalaxil y Cypermetrina)
- Teléfono móvil
- Mascarillas
- Determinador de humedad portátil

3.1.6 Materiales de oficina

- Laptop
- Internet
- Impresora
- Esferográficos
- Flash memory
- Lápices
- Resmas de Papel A4
- Programas estadísticos Statistix y Excel

3.2 Métodos

3.2.1 Factores en estudio

FA: Sistemas de cultivos

- A1: Unicultivo
- A2: Fajas de quinua + Maíz (INIAP-111)

FB: Accesiones de Quinua dulce

- B1: I-Tunkahuan
- B2: I- Pata de venado
- B3: Línea ECU-6717

3.2.2 Tratamientos

| # Tratamiento | Código | Descripción |
|---------------|--------|---|
| T1 | A1B1 | Unicultivo I-Tunkahuan |
| T2 | A1B2 | Unicultivo I-pata de venado |
| T3 | A1B3 | Unicultivo Línea ECU-6717 |
| T4 | A2B1 | Fajas (I-Tunkahuan)+ Maíz (INIAP-111) |
| T5 | A2B2 | Fajas (I- Pata De Venado)+ Maíz (INIAP-111) |
| T6 | A2B3 | Fajas (ECU-6717)+ Maíz (INIAP-111) |

3.2.3 Procedimiento

El ensayo de producción de tres accesiones de quinua se implementó en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones, en Lagucoto III.

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Localidades | 1 |
| Tratamientos | 6 |
| Repeticiones | 3 |
| Número de unidades experimentales | 18 |
| Número de surcos por parcela | 6 |
| Distancia entre surcos | 0,80m |
| Ancho de la parcela | 4,8m |
| Largo de la parcela | 7,5m |
| Separación entre parcelas | 1m |
| Área de parcela | $4,8m \times 7,5m = 36m^2$ |
| Área total del ensayo | $34,8m \times 26,5m = 948,7m^2$ |
| Área neta de parcela | $2,8m \times 5,9m = 16,52m^2$ |
| Plantas por metro lineal | 25 |

3.2.4 Tipo de análisis

Análisis de Varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

| Fuentes De Variación | Grados Libertad | CME* |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Bloques (r-1) | 2 | $f^2 e + 6 f^2 \text{Bloques}$ |
| Factor A (a-1) | 1 | $f^2 e + 1^a$ |
| Factor B (b-1) | 2 | $f^2 e + 2B$ |
| AxB (a-1) (b-1) | 2 | $f^2 e + 2\theta^2 t$ |
| Error Experimental (r-1) (t-1) | 10 | $f^2 e +$ |
| Total (t x r)-1 | 17 | |

- Análisis estadístico funcional
- Prueba de Tukey al 5% para promedios de tratamientos
- Análisis de correlación y regresión lineal
- Análisis económico de relación beneficio/costo

3.3 Métodos de evaluación y datos tomados

3.3.1 Días a emergencia de plántula (DEP)

Se registró, los días transcurridos desde la siembra hasta cuando aproximadamente más del 50% de las plántulas emergieron en cada una de las parcelas. Se consideró como planta emergida, aquella cuyas hojas cotiledonares pudieron apreciarse en la superficie del sustrato.

3.3.2 Porcentaje de germinación (PG)

Se procedió a calcular el porcentaje de germinación por metro lineal de las plántulas germinadas en cada tratamiento. Se calcularon, contando las semillas germinadas en relación a las semillas puestas inicialmente en el experimento. Los datos fueron expresados en porcentaje.

3.3.3 Días de panojamiento (DP)

Variable que fue evaluada en cada parcela, contando los números de días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas exhibieron el botón floral, en cada una de las parcelas.

3.3.4 Días a la floración (DF)

Se procedió a registrar el número de días transcurridos desde la siembra, hasta que un 50% de las plantas se visualizó la floración, en cada una de las parcelas.

3.3.5 Días a la cosecha (DC)

Dato que se obtuvo contando, los días desde la siembra hasta cuando, el 50% de las plantas de la parcela presentaron madurez fisiológica.

3.3.6 Severidad de mildiu (SM)

Se evaluó con la ayuda de la escala de severidad de mildiu en grados de 0 al 5, en tres evaluaciones durante el desarrollo del cultivo: Panojamiento, florecimiento y madurez fisiológica (Anexo N° 4) (Inguilan, 2007).

3.3.7 Altura de planta (AP)

Se registró cuando las plantas estuvieron en su madurez fisiológica, seleccionando 10 plantas al azar de la parcela, con la ayuda de un flexómetro (cm), se midió desde el cuello radicular, hasta el ápice de la panoja central.

3.3.8 Longitud de panoja (LP)

Se tomaron 10 plantas de manera aleatoria de cada parcela experimental, cuando estas estuvieron en la etapa de madurez fisiológica, y con la ayuda de un flexómetro (cm), se midió de la base de la panoja hasta el ápice de la panoja central.

3.3.9 Diámetro de panoja (DiP)

Cuando las plantas de cada unidad experimental, estuvieron en madurez fisiológica, se tomaron 10 plantas aleatorias, y con la ayuda de un calibrador de vernier, se midió en la parte media de la panoja, datos que fueron expresados en cm.

3.3.10 Diámetro del tallo (DT)

Se tomaron en 10 plantas al azar en cada unidad experimental, cuando estas estuvieron en la etapa de madurez fisiológica, a la altura de 10cm del cuello radicular, con la ayuda de un calibrador de vernier, datos que se expresaron en cm.

3.3.11 Porcentaje de acame de raíz (PAR)

Variable que se evaluó, una semana previamente a la cosecha, a través de una observación directa, en las plantas que presentaron una inclinación igual o mayor a 45° , respecto de la vertical, resultados que fueron expresados en porcentaje.

3.3.12 Porcentaje de acame de tallo (PAT)

Variable que se ejecutó una semana antes de la cosecha, realizando un conteo de las plantas que mostraron el tallo quebrado, por debajo de la inserción de la panoja, datos que fueron registrados en porcentaje.

3.3.13 Rendimiento por parcela (RP)

Una vez realizado la cosecha, trilla y limpieza del grano, de cada parcela experimental, se procedió a pesar en una balanza analítica en gramos, para calcular el rendimiento con el 13% de humedad, por cada parcela neta.

Peso de 1000 granos (PMG)

Realizado el proceso de cosecha y limpieza, al 13% de humedad, se tomó una muestra aleatoria de 1000 granos por cada parcela experimental, para seguidamente pesar en una balanza analítica.

3.3.14 Tamaño del grano (TG)

Seleccionando una muestra de 100 gramos de cada parcela experimental, y con la ayuda de un tamiz, se clasifico en tamaño grande, mediano y pequeño, categorizando según la siguiente escala:

| Escala | Tamaño de grano | Diámetro |
|---------------|------------------------|-----------------|
| 1 | Grande | (>2,3 mm) |
| 2 | Mediano | (<2,3 mm) |
| 3 | Pequeño | (< 2mm) |

3.3.15 Contenido de saponina (CS)

La siguiente variable se desarrolló siguiendo el protocolo de Koziol (1990), colocando una muestra de 0,5g de granos de quinua en un tubo de ensayo, posteriormente añadimos 5ml de agua destilada, luego se agito de manera energética por el lapso de 30s. Por último, se dejó reposar 10s y se procede a calcular el contenido de saponina en cada tratamiento en porcentaje. Mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ saponina} = \frac{0,441 \times (\text{altura de espuma despues de 30 s en cm}) + 0,001}{(\text{peso de la muestra en g}) \times 10}$$

3.3.16 Contenido de humedad (CH)

La siguiente variable se evaluó con la ayuda, de un determinador portátil de humedad, en cada parcela experimental, mismos datos que fueron expresados en porcentaje.

3.3.17 Rendimiento en Kg/ha

Se realizó los respectivos cálculos con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$R(kg/ha) = PCP \frac{10000 m^2 / ha}{Anc m^2 / ha} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

R= Rendimiento (Kg/ha)

PCP=Peso de campo o peso de rendimiento fresco (Kg)

Anc= Área neta cosechada (m²)

HC= Humedad de cosecha

HE= Humedad estándar (13%)

3.3.18 Determinación de los costos de producción

Para determinar los costos de producción se siguió la metodología de los costos basados por actividades, en donde se definió cada una de las actividades para el cultivo de la quinua y se estableció sus valores en cada uno de los tratamientos, insumo que se utilizó para la determinación de la relación de beneficio/costo.

3.4 Manejo de experimento

3.4.1 Análisis físico químico del suelo

Con un mes anticipación a la siembra se tomaron muestra de suelo, de la parte centro del ensayo, para los respectivos analisis de suelo completos.

3.4.2 Preparación del suelo

Se realizó con la debida anticipación, con la ayuda de maquinaria agrícola realizando una arada y rastrada. Para que desmenuce el terreno y quede listo para la siembra.

3.4.3 Trazado de parcelas

Se elaboró, guiado en al croquis respectivo del ensayo, con la ayuda de estacas y piolas. Con dimensiones de 4,8m x 7,5m en cada una de las parcelas con sus respectivas áreas de camino.

3.4.4 Realización de surcos

Proceso que se realizó de forma manual en el momento de ejecutar la siembra, con la ayuda de una azadilla, con la respectiva separación de 0,80 m por cada surco.

3.4.5 Fertilización Química

Se utilizó fertilizante de acuerdo a la demanda del cultivo, en quinua se aplicó 18-46-0: 1qq/ha, y sulpomag: 0,5qq/ha. Mientras que en maíz se aplicó 18-46-0: 150kg/ha + Urea: 150kg/ha, esto de acuerdo a las sugerencias del manejo del cultivo de los técnicos del INIAP.

3.4.6 Siembra

Proceso que se realizó de forma manual, a chorro continuo, y no sobrepasando una profundidad de 2-4cm aproximadamente. En el monocultivo a una densidad de 12kg/ha; y el franjas 8kg/ha, 3 semillas por golpe (0,90 x 0,50m)

3.4.7 Raleo

Se ejecutó cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas y una altura promedio de 15cm, con la finalidad de obtener una homogeneidad de plantas y mayor desarrollo del ensayo.

3.4.8 Control de malezas

Cuando las plantas presentaron aproximadamente 6 hojas verdaderas, se realizó de forma manual el control de las malezas. En cada una de las parcelas y el área de caminos.

3.4.9 Control de enfermedades

Para la prevención de mildiu, la misma que es una de las enfermedades más frecuentes en el cultivo de quinua se aplicó Metalaxil 30g + Coadyuvante 12ml, por cada bomba de 20 litros de agua.

3.4.10 Control de plagas

En las parcelas experimentales se estuvo en constante monitoreo para el control de plagas y no existió ninguna que pudo afectar al desarrollo del cultivo.

3.4.11 Aporque

Cuando el cultivo estuvo en etapa de panojamiento, se realizó un segundo control de malezas manual, realizando un aporque, con la finalidad de reducir el acame.

3.4.12 Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual y con la ayuda de hoz, cuando el cultivo presento su madurez fisiológica, realizando la prueba de dureza del grano y cuando se observó defoliación en las plantas.

3.4.13 Trilla

Se realizó de forma manual en un tendal, donde se procedió a utilizar la gangocha y seguidamente procedimos con la ayuda de un palo de aproximadamente 1 metro de longitud para golpear las panojas y desgranar el grano.

3.4.14 Secado

El secado se llevó a cabo de forma natural en un tendal, hasta cuando el grano presento un contenido aproximado de 14% de humedad.

3.4.15 Aventado

Con la ayuda del viento, se procedió aventar, separando las impurezas del grano.

3.4.16 Almacenado

Las semillas se almaceno en un lugar ventilado y fresco, contenidas en envases de tela, evitando el ataque de roedores e insectos.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC)

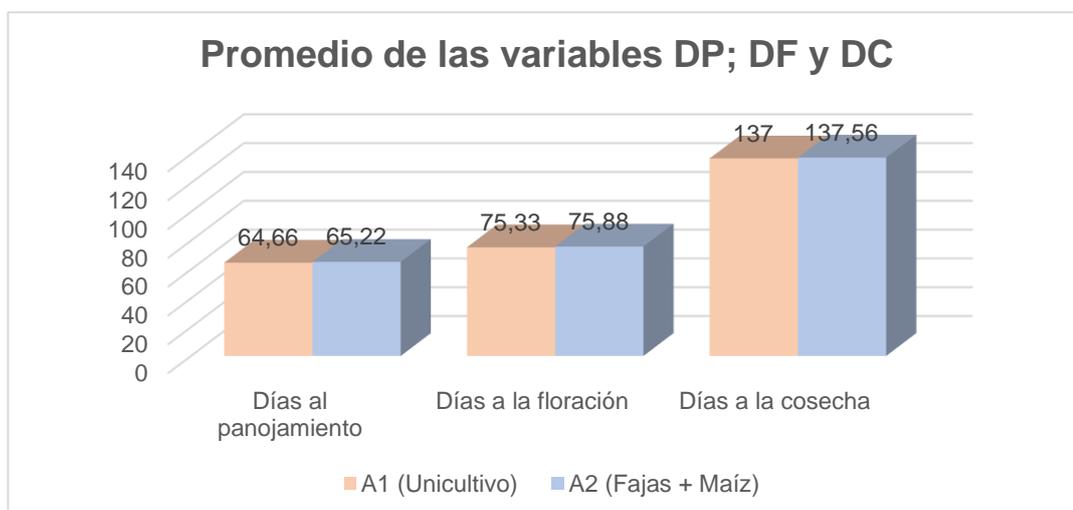
Tabla N° 1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP), Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor A (sistemas de cultivos).

| Días al panojamiento (N/S) | | | Días a la floración (N/S) | | | Días a la cosecha (N/S) | | |
|----------------------------------|-------|--------|----------------------------------|-------|--------|----------------------------------|--------|--------|
| Factor A: Sistemas de siembra | Media | Rangos | Factor A: Sistemas de siembra | Media | Rangos | Factor A: Sistemas de siembra | Media | Rangos |
| A2: Fajas + Maíz | 65,22 | A | A2: Fajas + Maíz | 75,88 | A | A2: Fajas + Maíz | 137,56 | A |
| A1: Unicultivo | 64,66 | A | A1: Unicultivo | 75,33 | A | A1: Unicultivo | 137,00 | A |

Promedios con las mismas letras son iguales al 5%

N/S = no significativo

Gráfico N° 1: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor A (sistemas de cultivos).



Análisis e interpretación

De acuerdo a los sistemas de cultivos de quinua, a las variables días al panojamiento (DP), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC) la respuesta fue no significativa (N/S) para cada una de ellas.

El factor sistemas de cultivos, reporto ser igual; según la prueba de Tukey al 5% para la variable días al panojamiento (DP), se registró un alto promedio en el sistema de fajas + maíz (A2) con 65 días.

En la variable días a la floración, se demostró ser iguales entre factores, señalando que el sistema de cultivo con mayor promedio fue el sistema de fajas + maíz (A2) con 76 días.

Para la variable días a la cosecha, se definió que no hubo diferencias estadísticas entre los factores y se manifiesta que el sistema de cultivo con alto promedio fue sistema de fajas + maíz (A2) con 138 días.

En las variables DP, DF y DC se ha demostrado que el sistema de cultivo fajas + maíz tuvo un alto promedio, debido a esto podemos inferir que este sistema conlleva muchos más días en desarrollar.

Tabla N° 2: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración y Días a la cosecha (DC) para el factor B (Accesiones de quinua).

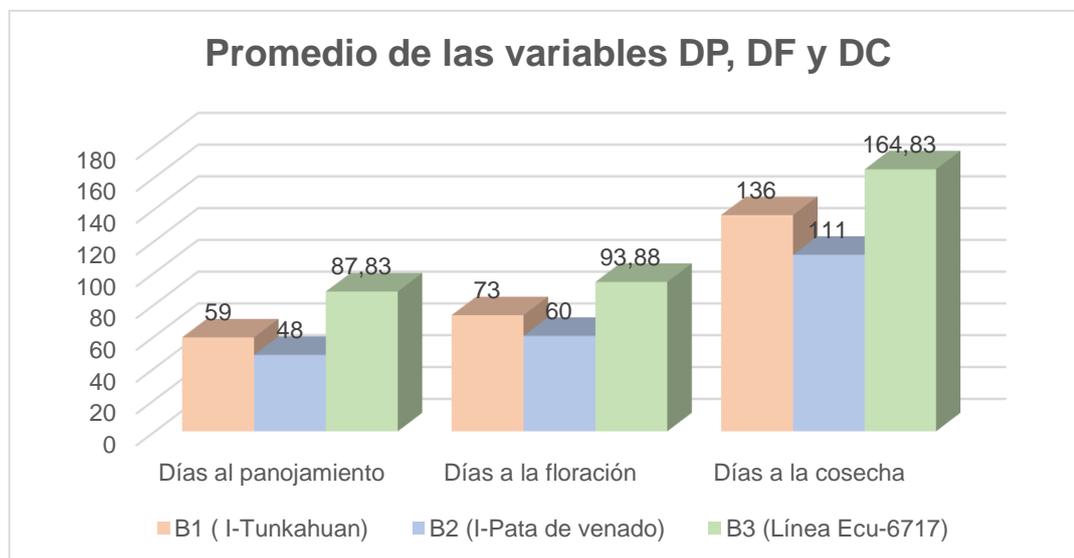
| Días del panojamiento (**) | | | Días a la floración (**) | | | Días a la cosecha (**) | | |
|-----------------------------|-------|---|-----------------------------|-------|---|-----------------------------|--------|---|
| Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R |
| B3: Línea Ecu-6717 | 87,83 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 93,88 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 164,83 | A |
| B2: I-Tunkahuan | 59,00 | B | B1: I-Tunkahuan | 73,00 | B | B1: I-Tunkahuan | 136,00 | B |
| B2: I-Pata de venado | 48,00 | C | B2: I-Pata de venado | 60,00 | C | B2: I-Pata de venado | 111,00 | C |

M= Media. R= Rango

Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

*** = altamente significativos

Gráfico N° 2: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables días de panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para el factor B (Accesiones de quinua).



Análisis e interpretación

La respuesta del factor B correspondiente a las accesiones de quinua, en cuanto a la variable días de panojamiento (DP), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC) se determinó que hubo diferencias significativas en cada una de las variables evaluadas (**).

Al comparar las medias del factor B, según la prueba de Tukey al 5% para la variable días al panojamiento (DP), se observaron diferencias significativas, en donde la Línea Ecu-6717 (B3) con 88 días, se presentándose como la más tardía.

Para la variable días a la floración, se presentaron diferencias significativas, el mayor promedio estuvo en la Línea Ecu-6717 (B3) con 94 días.

En días a la cosecha, existió diferencias significativas entre los promedios, la accesión con el promedio alto fue la Línea Ecu-6717 (B3) con 166 días.

De acuerdo a los resultados se demuestra que la accesión de quinua más tardía fue Línea Ecu-6717 en cada una de las variables en estudio;

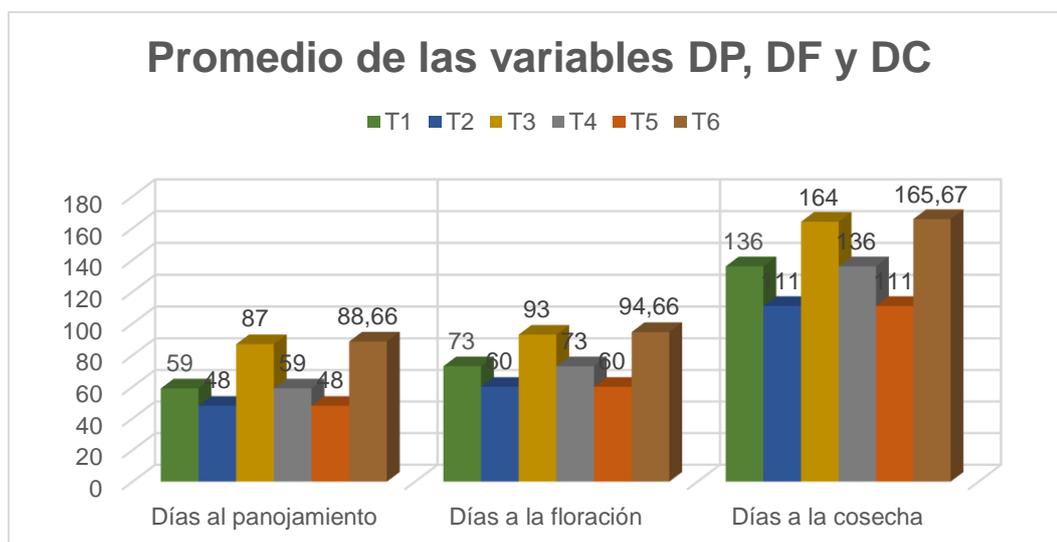
aspectos que se puede verificar en ciclos anteriores, al ser una planta con periodo vegetativo de aproximadamente 180 días entre su siembra y cosecha, siendo más tardía por sus materiales de compactación como son IniapTunkahuan e Iniap Pata de Venado que en promedio necesita 120 días para completar su ciclo.

Tabla N° 3: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Días al panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para tratamientos.

| Días al panojamiento (DP) | | | Días a la floración (DF) | | | Días a la cosecha (DC) | | |
|--------------------------------|-------|---|--------------------------------|-------|---|---------------------------------|--------|---|
| Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R |
| T6 (A2B3) | 88,66 | A | T6 (A2B3) | 94,66 | A | T6 (A2B3) | 165,67 | A |
| T3 (A1B3) | 87,00 | A | T3 (A1B3) | 93,00 | A | T3 (A1B3) | 164,00 | A |
| T1 (A1B1) | 59,00 | B | T1 (A1B1) | 73,00 | B | T1 (A1B1) | 136,00 | B |
| T4 (A2B1) | 59,00 | B | T4 (A2B1) | 73,00 | B | T4 (A2B1) | 136,00 | B |
| T2 (A1B2) | 48,00 | C | T2 (A1B2) | 60,00 | C | T2 (A1B2) | 111,00 | C |
| T5 (A2B2) | 48,00 | C | T5 (A2B2) | 60,00 | C | T5 (A2B2) | 111,00 | C |
| Media general: 64,94 días (**) | | | Media general: 75,61 días (**) | | | Media general: 137,28 días (**) | | |
| CV: 1,81% | | | CV: 1,56% | | | CV: 0,86% | | |

M= Media. R= Rango. Promedios con distintas letras son diferentes al 1%. ** Altamente significativo

Gráfico N° 3: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Días al panojamiento (DP); Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) para tratamientos.



Análisis e interpretación

La respuesta de los tratamientos en referencia a la variable días al panojamiento (DP), fue estadísticamente significativa (**), con un promedio general de 65 días y coeficiente de variación 1,81%, datos aceptables para el ensayo llevado en campo.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, referente a la variable días al panojamiento se muestra que la accesión de quinua más tardía fue T6 Ecu-6717 en sistema de cultivo fajas + maíz INIAP 111 con promedio de 87 días de panojamiento, la accesión de quinua dulce más precoz fue INIAP Pata de venado con 48 días tanto en los 2 sistemas de cultivo en evaluación.

La respuesta de las accesiones de quinua en la variable días a la floración (DF), se determinó estadísticamente diferencias entre los tratamientos (**), con promedio general de 76 días y coeficiente de variación de 1,56%, datos que reflejan ser confiables para la zona agroecológica en estudio.

Con la prueba de Tukey al 5%, para la variable días a la floración (DF), se observa que la accesión quinua y el sistema de cultivo con alto promedio fue T6 Línea Ecu-6717 en fajas con maíz INIAP 111 con 95 días a la floración, mientras que el INIAP Pata de venado con 60 días de promedio en los 2 sistemas, demostró ser el más precoz.

La respuesta en la interacción de factores AxB en referencia a la variable días a la cosecha (DC), presento diferencias significativas con una media general de 137 días y coeficiente de variación de 0,86%, datos que son aceptables para el trabajo llevado en campo en la zona agroecológica de estudio.

La respuesta más notable de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, en los días a la cosecha, se demuestra que el tratamiento más tardío, es decir el más lento a llegar a la cosecha fue el T6; Línea Ecu-6717 en fajas + maíz INIAP 111 con 166 días de promedio, de manera contraía la accesión de

quinua dulce más precoz fue INIAP Pata de venado con 111 días a la cosecha en los 2 sistemas de cultivo en evaluación.

Estos resultados permiten deducir que las variables días al panojamiento (DP), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC), son características varietales, las mismas que depende fuertemente de su interacción con el ambiente.

En las variables DP, DF y DC, a más de los factores varietales existen componentes climáticos que inciden en la formación, como la humedad del suelo, temperatura, cantidad de luz solar y textura y estructura del suelo de contenido de macronutrientes y micronutrientes.

Estos componentes del rendimiento son muy importantes porque están afines directamente con el ciclo de cultivo y la demanda actual de los segmentos de la Cadena de Valor de la Quinua (CVQ) es por cultivares regularmente precoces y precoces

Los resultados promedios de las variables DP, DF y DC obtenidos dentro de esta investigación fueron superiores a los reportados por Lucas, K. 2022 en Laguacoto III y por los datos reportado por Borja, B y Cortez, A. 2021, en el trabajo de investigación en la granja Laguacoto y Jatumpamba.

4.2 Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP); Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT).

Tabla N° 4: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor A (sistemas de cultivos).

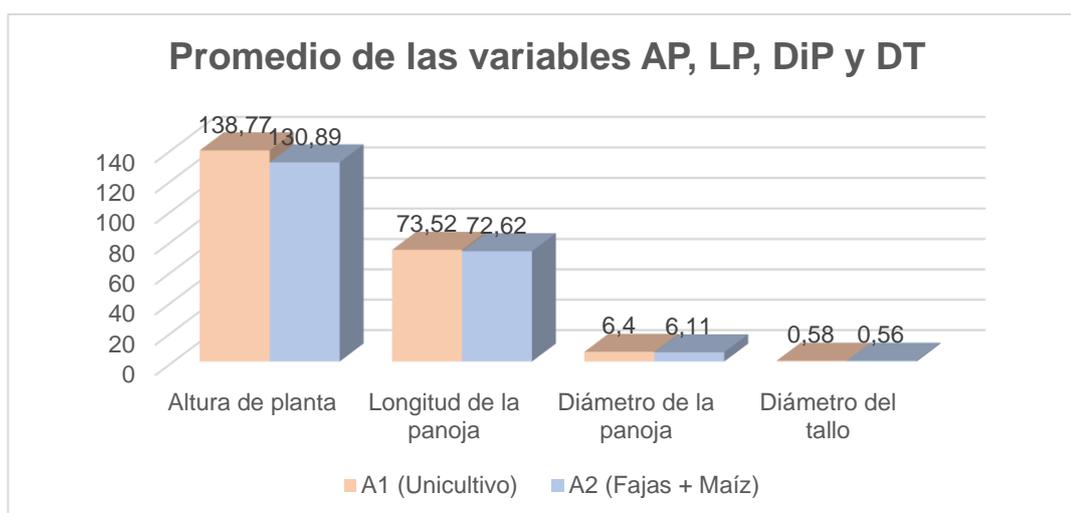
| Altura de planta (N/S) | | | Longitud de la panoja (N/S) | | | Diámetro de la panoja (N/S) | | | Diámetro del tallo (N/S) | | |
|----------------------------------|--------|---|----------------------------------|-------|---|----------------------------------|------|---|----------------------------------|------|---|
| Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R |
| A1: Unicultivo | 138,77 | A | A1: Unicultivo | 73,52 | A | A1: Unicultivo | 6,40 | A | A1: Unicultivo | 0,58 | A |
| A2: Fajas + Maíz | 130,89 | A | A2: Fajas + Maíz | 72,62 | A | A2: Fajas + Maíz | 6,11 | A | A2: Fajas + Maíz | 0,56 | A |

M= Media. R= Rango

Promedios con las mismas letras son iguales al 5%

N/S = no significativo

Gráfico N° 4: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (DP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor A (sistemas de cultivos).



Análisis e interpretación

Conforme los sistemas de cultivo referente a las variables altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), diámetro de panoja (DiP) y diámetro de tallo (DT) demostraron que no hubo significancia estadística (N/S) en cada una de las variables en evaluación.

Con respecto al factor A; sistemas de cultivo, se reportó igualdad según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta con alto promedio en Unicultivo con 138,77cm.

En la variable longitud de la panoja se verificó que el sistema de cultivo con mayor promedio fue Unicultivo con 73,52cm.

En el diámetro de la panoja se contrastó que el Unicultivo tuvo el promedio alto con 6,40cm.

Para la variable diámetro de diámetro del tallo se constató que el sistema de cultivo con mejor promedio fue el Unicultivo con 0,58cm.

Tabla N° 5: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor B (Accesiones de quinua).

| Altura de planta (**) | | | Longitud de la panoja (**) | | | Diámetro de la panoja (**) | | | Diámetro del tallo (*) | | |
|-------------------------|--------|---|----------------------------|-------|---|----------------------------|------|---|-------------------------|------|----|
| Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R |
| B3: Línea Ecu-6717 | 175,18 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 93,32 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 7,50 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 0,70 | A |
| B1: I-Tunkahuan | 144,24 | B | B1: I-Tunkahuan | 79,21 | B | B1: I-Tunkahuan | 6,09 | B | B1: I-Tunkahuan | 0,58 | AB |
| B2: I-Pata de venado | 85,04 | C | B2: I-Pata de venado | 46,42 | C | B2: I-Pata de venado | 5,19 | C | B2: I-Pata de venado | 0,45 | C |

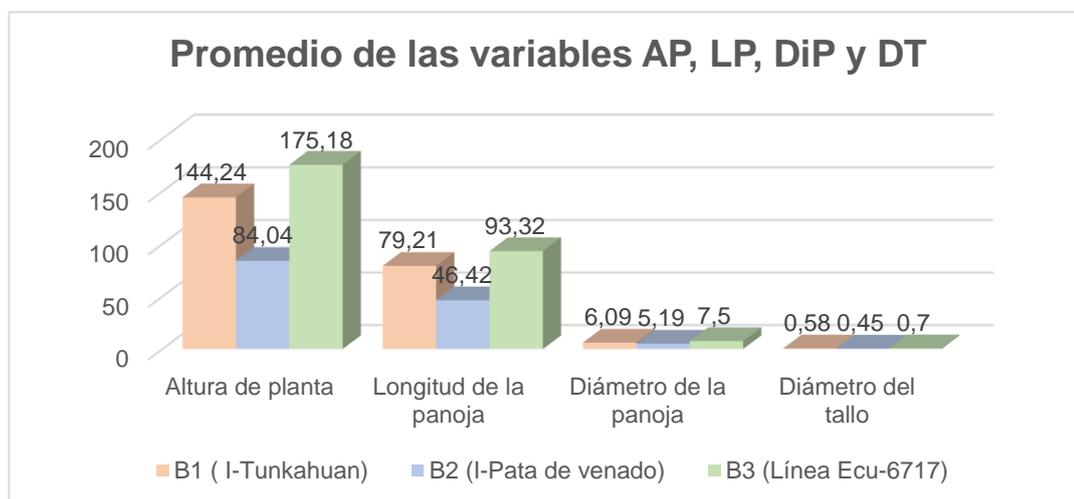
M= Media. R= Rango

Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

* = significativos

** = altamente significativos

Gráfico N° 5: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para el factor B (Accesiones de quinua).



Análisis e interpretación

La respuesta del factor B, en cuanto respecta a la variable altura de planta (AP), Longitud de panoja (LP), diámetro de la panoja (DiP) se demuestra diferente altamente significativa (**) y en la variable diámetro del tallo (DT) se muestra diferencia estadística (*).

Al comparar las medias de los tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% se observaron diferencias altamente significativas, sin embargo matemáticamente el mayor promedio se presentó en la accesión de Línea Ecu-6717 con 175,18cm.

Para la variable longitud de la panoja se demostró numéricamente que las más largas se dieron en la accesión Línea Ecu-6717 con 93,32cm.

En lo que se refiere la variable diámetro de la panoja el promedio alto estuvo en la accesión Línea Ecu-6717 con 7,50cm.

Diámetro del tallo se presentó un mayor promedio en Línea Ecu-6717 con 0,70cm.

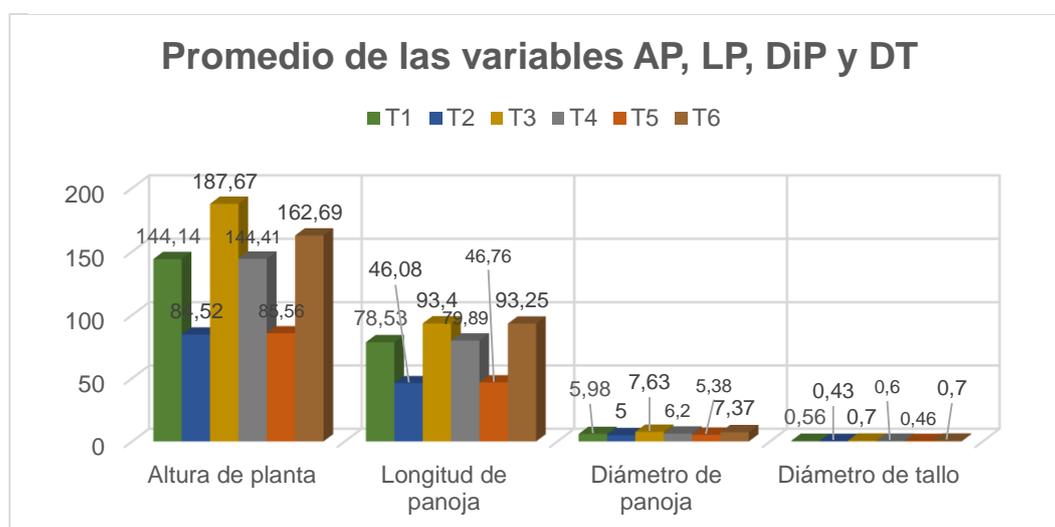
Los datos obtenidos hacen referencia a que la estructura de las plantas de la línea Ecu-6717, es robusta presentando panojas frondosas, fuertes y un gran vigor en el tallo; respondiendo a una respuesta positiva de adaptación de su genotipo a las condiciones de la zona de estudio.

Tabla N° 6: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para los tratamientos.

| Altura de planta (AP) | | | Longitud de panoja (LP) | | | Diámetro de panoja (DiP) | | | Diámetro de tallo (DT) | | |
|-------------------------|--------|---|-------------------------|-------|---|--------------------------|------|-----|------------------------|------|----|
| Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R |
| T3 (A1B3) | 187,67 | A | T3 (A1B3) | 93,40 | A | T3 (A1B3) | 7,63 | A | T3 (A1B3) | 0,70 | A |
| T6 (A2B3) | 162,69 | A | T6 (A2B3) | 93,25 | A | T6 (A2B3) | 7,37 | A | T6 (A2B3) | 0,70 | A |
| T4 (A2B1) | 144,41 | A | T4 (A2B1) | 79,89 | B | T4 (A2B1) | 6,20 | ABC | T4 (A2B1) | 0,60 | AB |
| T1 (A1B1) | 144,14 | A | T1 (A1B1) | 78,53 | B | T1 (A1B1) | 5,98 | BC | T1 (A1B1) | 0,56 | AB |
| T5 (A2B2) | 85,56 | B | T5 (A2B2) | 46,76 | C | T5 (A2B2) | 5,38 | C | T5 (A2B2) | 0,46 | AB |
| T2 (A1B2) | 84,52 | B | T2 (A1B2) | 46,08 | C | T2 (A1B2) | 5,00 | C | T2 (A1B2) | 0,43 | B |
| MG: 134,83cm (*) | | | MG: 72,98cm (*) | | | MG: 6,26cm (**) | | | MG: 0,57cm (**) | | |
| CV: 11,54% | | | CV: 3,62% | | | CV: 8,99% | | | CV: 15,04% | | |

M= Media. R= Rango. CV= Coeficiente de variación. Promedios con distintas letras son diferentes al 1%. * = significativos** = altamente significativo

Gráfico N° 6: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Altura de planta (AP); Longitud de la panoja (LP) Diámetro de la panoja (DiP) y Diámetro del tallo (DT) para los tratamientos.



Análisis e interpretación

La respuesta en la interacción de factores AxB referente a la variable altura de planta (AP), presento ser significativa (*) con una media general de 134,83cm y un coeficiente de variación de 11,54%, datos que demuestran datos que demuestran la manera de las diferentes entradas de quinua para la zona agroecológica en estudio.

La respuesta relevante de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% en la altura de planta se dio en el T3: Línea Ecu-6717 (Unicultivo) con 187,67cm de altura, por lo contrario con menor altura fue T2: Pata de venado (Unicultivo) con 84,52cm de altura.

En la interacción de los tratamientos en la variable longitud de panoja (LP), se mostró diferencias significativas (*) con una media de 72,98cm y coeficiente de variación de 3,62%, demostrando que existe la variabilidad entre las entradas de quinua evaluadas en el ensayo.

Con la prueba de Tukey al 5% se determinó que en general, las plantas que se presentaron una mayor longitud fueron en el T3: Línea Ecu-6717 (Unicultivo) con 93,40cm, sin embargo el tratamiento con menor longitud fue T2: Pata de venado (Unicultivo) con 46,08cm de longitud de panoja.

Examinando los tratamientos en la variable diámetro de panoja (DiP), se señala que existe diferencias altamente significativas (**), con una media general de 6,26cm y coeficiente de variación de 8,99%, demostrando así la confiabilidad de los resultados.

La prueba de Tukey al 5% para comparar los tratamientos en la variable diámetro de panoja, se presentó el valor alto en el T3: Línea Ecu-6717 (Unicultivo) con 7,63cm mientras que el T2: Pata de venado (Unicultivo) con 5,00cm fue el tratamiento con menos diámetro de panoja.

La respuesta de los tratamientos en referencia a la variable diámetro de tallo, se registró diferencias altamente significativas (**), con una media

general de 0,57cm y un coeficiente de variación de 15,04%, lo que demuestra que son datos aceptables en el ensayo.

En cuanto a la interacción de los factores AxB de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% en la variable diámetro de tallo, muestra un alto porcentaje en el T3: Línea Ecu-6717 (Unicultivo) con 0,70cm, por lo contrario el tratamiento con menor promedio fue T2: Pata de venado (Unicultivo) con 0,43cm de diámetro.

Las variables AP, LP, DiP y DT poseen características varietales y dependen también fuertemente de la interacción genotipo ambiente. Factores que son determinantes; cantidad y distribución de lluvia, temperatura, el hábito de crecimiento, tipo de ramificación, sanidad y manejo nutricional del cultivo.

De la misma manera factores que son imprescindibles para el desarrollo del cultivo son; altitud, tipo de suelo, época y densidad de siembra.

Relativamente a mayor longitud de panoja, los valores promedios menores del diámetro de panoja.

4.3 Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS).

Tabla N° 7: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor A (sistemas de cultivos).

| Severidad de mildiu (N/S) | | | Porcentaje de acame de raíz (*) | | | Porcentaje de acame de tallo (N/S) | | | Contenido de saponina (N/S) | | |
|----------------------------------|-------|---|----------------------------------|-------|---|------------------------------------|-------|---|----------------------------------|------|---|
| Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R |
| A1: Unicultivo | 17,66 | A | A1: Unicultivo | 22,33 | A | A1: Unicultivo | 21,00 | A | A2: Fajas + Maíz | 0,37 | A |
| A2: Fajas + Maíz | 16,66 | A | A2: Fajas + Maíz | 16,66 | B | A2: Fajas + Maíz | 19,44 | A | A1: Unicultivo | 0,29 | A |

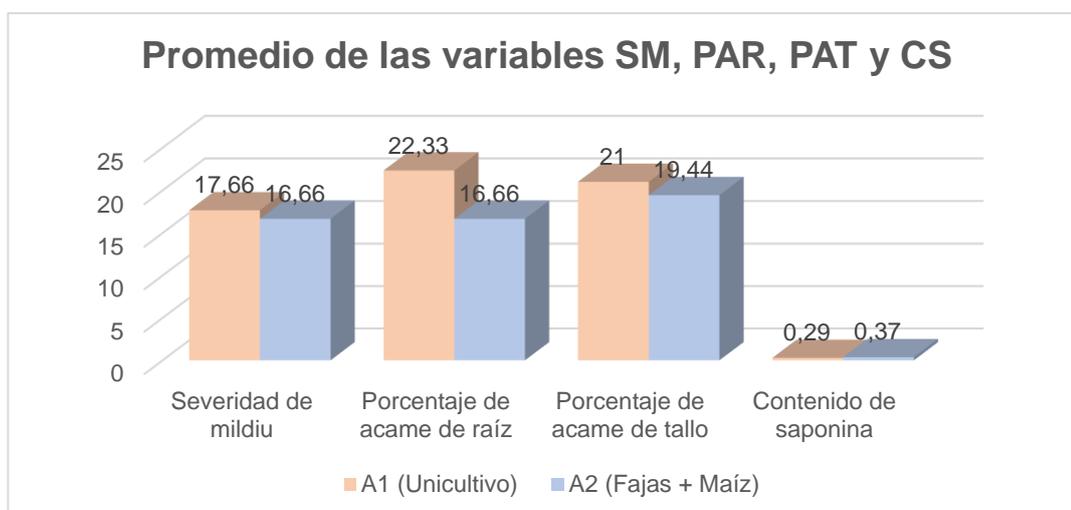
M= Media. R= Rango.

Promedios con iguales letras son diferentes al 5%

* = significativos

N/S = no significativos

Gráfico N° 7: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor A (sistemas de cultivos)



Análisis e interpretación

La respuesta para el factor B sistemas de cultivo, referente a la variable Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de tallo (PAT), Contenido de saponina (CS), no se determinaron significancia estadística (N/S), sin embargo en la variable Porcentaje de acame de raíz (PAR) se determinaron significancia estadística (*).

La prueba de Tukey al 5% determino para el factor A, en cuanto a la variable severidad de mildiu, el mayor promedio en el sistema Unicultivo con 17,66%.

Para la variable porcentaje de acame de raíz, se verifico que el mayor promedio estuvo dado en el sistema Unicultivo con 22,33%.

En cuanto a la variable porcentaje de acame de tallo, se muestra un alto promedio en el sistema de Unicultivo con 21,00%.

El contenido de saponina se muestra un alto promedio en el sistema fajas + maíz INIAP 111.

Tabla N° 8: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor B (Accesiones)

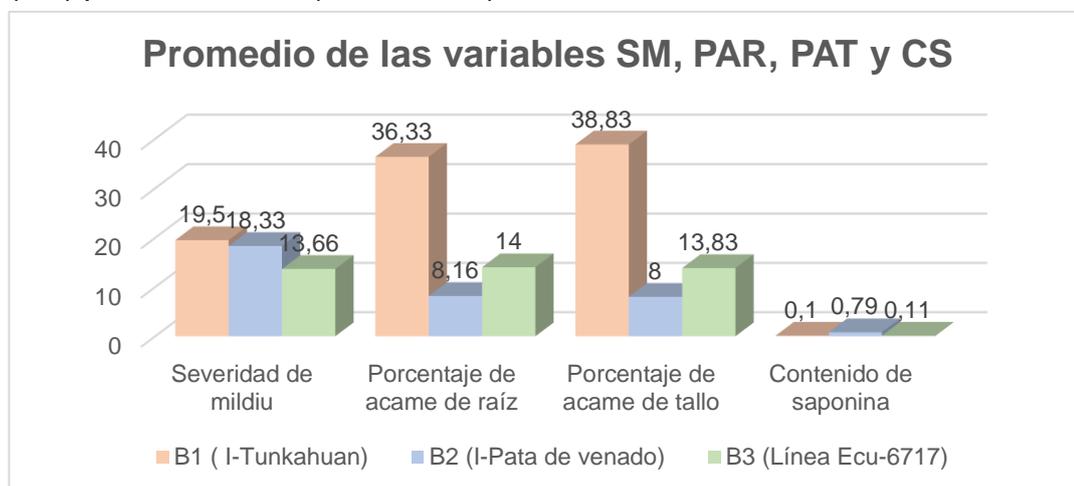
| Severidad de mildiu (*) | | | Porcentaje de acame de raíz (*) | | | Porcentaje de acame de tallo (*) | | | Contenido de saponina (*) | | |
|-------------------------|-------|---|---------------------------------|-------|---|----------------------------------|-------|---|---------------------------|------|---|
| Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R |
| B1: I-Tunkahuan | 19,50 | A | B1: I-Tunkahuan | 36,33 | A | B1: I-Tunkahuan | 38,83 | A | B2: I-Pata de venado | 0,79 | A |
| B2: I-Pata de venado | 18,33 | B | B3: Línea Ecu-6717 | 14,00 | B | B3: Línea Ecu-6717 | 13,83 | B | B3: Línea Ecu-6717 | 0,11 | B |
| B3: Línea Ecu-6717 | 13,66 | C | B2: I-Pata de venado | 8,16 | C | B2: I-Pata de venado | 8,00 | C | B1: I-Tunkahuan | 0,10 | B |

M= Media. R= Rango.

Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

* = significativos

Gráfico N° 8: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (CS) para el factor B (Accesiones)



Análisis e interpretación

Estimando el factor accesiones (Factor B) en las variables severidad de mildiu (SM), porcentaje de acame de raíz (PAR), porcentaje de acame de tallo (PAT) y contenido de saponina (CS) mostraron tener diferencias estadísticas (*).

Tukey al 5% para promedios del factor B (accesiones) en la variable severidad de mildiu, se presentaron diferencias significativas, sin embargo se determinó que la accesión con promedio alto fue INIAP Tunkahuan con 19,50%.

Para la variable porcentaje de acame de raíz, la accesión INIAP Tunkahuan con 36,83%, fue la que presentó mayores inconvenientes asociados a esta característica.

El porcentaje de acame de tallo, más alto en promedio se reflejó en la accesión INIAP Tunkahuan con 38,83%, en donde se encontraron claras evidencias de tallos bajo la inserción de la panoja.

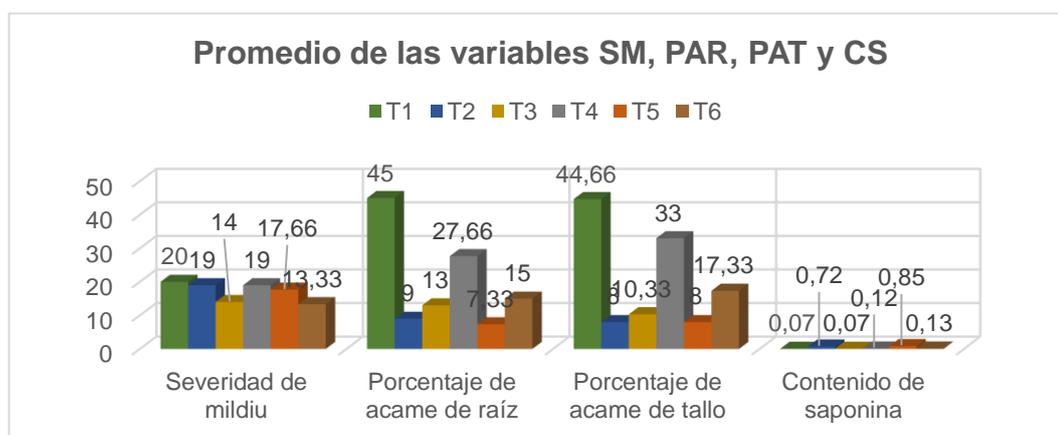
En la variable contenido de saponina, se presentó numéricamente que el promedio alto fue INIAP Pata de venado con 0,79%; en referencia a I-Tunkahuan y Pata de Venado que son materiales clasificados como dulces, es decir con valores de saponina que no superan los 0,01 puntos.

Tabla N° 9: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM); Porcentaje de acame de raíz (PAR) Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (DT) para los tratamientos

| Severidad de mildiu (SM) | | | Porcentaje de acame de raíz (PAR) | | | Porcentaje de acame de tallo (PAT) | | | Contenido de saponina (CS) | | |
|--------------------------|-------|----|-----------------------------------|-------|---|------------------------------------|-------|----|----------------------------|------|---|
| Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R |
| T1 (A1B1) | 20,00 | A | T1 (A1B1) | 45,00 | A | T1 (A1B1) | 44,66 | A | T5 (A2B2) | 0,85 | A |
| T2 (A1B2) | 19,00 | A | T4 (A2B1) | 27,66 | B | T4 (A2B1) | 33,00 | B | T2 (A1B2) | 0,72 | A |
| T4 (A2B1) | 19,00 | A | T6 (A2B3) | 15,00 | C | T6 (A2B3) | 17,33 | C | T6 (A2B3) | 0,13 | B |
| T5 (A2B2) | 17,66 | AB | T3 (A1B3) | 13,00 | C | T3 (A1B3) | 10,33 | CD | T4 (A2B1) | 0,12 | B |
| T3 (A1B3) | 14,00 | B | T2 (A1B2) | 9,00 | C | T5 (A2B2) | 8,00 | D | T1 (A1B1) | 0,07 | B |
| T6 (A2B3) | 13,33 | B | T5 (A2B2) | 7,33 | C | T2 (A1B2) | 8,00 | D | T3 (A1B3) | 0,07 | B |
| MG: 17,16% (*) | | | MG:19,50% (*) | | | MG:20,22% (*) | | | MG:0,33% (*) | | |
| CV: 9,75% | | | CV: 17,31% | | | CV: 12,69% | | | CV: 29,92% | | |

M= Media. R= Rango. CV= Coeficiente de variación. Promedios con distintas letras son diferentes al 1% * = significativos

Gráfico N° 9: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Severidad de mildiu (SM); Porcentaje de acame de raíz (PAR) Porcentaje de acame de tallo (PAT) y Contenido de saponina (DT) para los tratamientos



Análisis e interpretación

La respuesta de los tratamientos referente a la variable severidad mildiu (SM), demostró tener diferencias significativas (*), registrando una media general de 17,16% y coeficiente de variación de 9,75%, siendo aceptable para este ensayo dentro de esta zona agroecológica.

Mediante la prueba de Tukey al 5% en la evaluación de la variable severidad de mildiu, se determinó un alto porcentaje de incidencia en el T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 20,00%, de manera que el tratamiento más tolerante fue T6: Línea Ecu-6717 con 13,33%.

Existió una respuesta significativa (*) de los tratamientos en cuanto a la variable acame de raíz, una media general de 19,50% y coeficiente de variación de 12,69%.

Con la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento que mostro ser más susceptible a este fenómeno fue el T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 45,00, mientras que el tratamiento con más resistencia al acame fue T5: INIAP Pata de venado en fajas + maíz INIAP 111 con 7,33%.

Al analizar los tratamientos en cuanto a la variable porcentaje de acame de tallo se registraron diferencias significativas (*), con una media general de 20,22% y coeficiente de variación de 12,69%. Información que muestra la dispersión relativa del conjunto de datos derivados en el ensayo.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% muestra con más susceptibilidad al mildiu fue el T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 44,66%, de modo que el tratamiento más resistente fue T2: Pata de venado en Unicultivo con 8,00%.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable contenido de saponina, se constató diferencias significativas (*), una media general de 0,33% y coeficiente de variación de 29,92%.

En cuanto a la interacción de factores AxB el tratamiento con más contenido de saponina fue T5: INIAP Pata de venado en fajas de maíz INIAP 111 con 0,85%, y numéricamente el promedio bajo fue T3: Línea Ecu-6717 con 0,07%.

Para la examinación de la variable severidad de mildium se manejó la escala de Inguilan y Pantoja, 2007, donde: Grado 1 (1-10%) Resistente. Grado 2 (11-25%) Tolerante. Grado 3 (26-50%) Moderadamente susceptible. Grado 4 (51-70%) Susceptible y Grado 5 (71-100%) Altamente Susceptible.

Los tratamientos mostraron susceptibilidad a esta enfermedad, a pesar de tener en cuenta las condiciones climáticas; la alta cantidad de lluvia durante el desarrollo del cultivo en la zona agroecología de estudio.

La respuesta del germoplasma a la severidad de mildiú, es varietal ya que llega a depender de la interacción genotipo ambiente. Los factores determinantes se menciona: alta humedad relativa, temperaturas frescas, lluvias continuas con una baja intensidad, densidad de siembra y nutrición de la quinua.

Los valores registrados de la severidad de mildiú, son menores en Unicultivo; es decir son accesiones resistentes a este patógeno, esto se debe a que la quinua posee una gran variabilidad y plasticidad genética que consiente adaptarse a diferentes zonas agroecológicas.

Los valores promedios del acame de raíz y tallo, son relativamente bajos lo cual es un indicador que el germoplasma evaluado de quinua es resistente al acame considerando que en la zona agroecológica de Laguacoto se registran fuertes vientos especialmente en la etapa reproductiva del cultivo.

La saponina, es un metabolito secundario, principal factor anti-nutricional que contiene la quinua, que proporciona un sabor amargo lo que se debe a que posee un grupo amplio de glucósidos presentes en hojas, tallos, panojas y el grano. Para Ecuador, la demanda de mercado prefiere quinua

con un bajo porcentaje de saponina (quinuas dulces) como es el caso de las dos variedades comerciales vigentes como son INIAP Tunkahuan e INIAP Pata de Venado (Mazón, et al., 2007 y Peralta, 2010).

Las variables SM, PAR, PAT y CS poseen características varietales, la misma que depende forzosamente de la interacción genotipo ambiente. Los factores ambientales relevantes en la respuesta de las variables son, altitud, cantidad y distribución de la precipitación especialmente en la etapa reproductiva, temperatura, calor, cantidad y calidad de luz solar y la presencia de fuertes vientos en la formación y llenado del grano. Son relevantes también las características físicas, químicas y biológicas del suelo. De la misma manera, sanidad y nutrición del cultivo son claves para que el germoplasma demuestre todo su potencial genético.

Los resultados promedios de las variables SM, PAR, PAT y CS obtenidos dentro de esta investigación son similares a los reportados por Lucas, K. 2022 en Laguacoto III.

Y por los datos reportado por Borja, B y Cortez, A. 2021, en el trabajo de investigación en la granja Laguacoto y Jatumpamba.

4.4 Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha

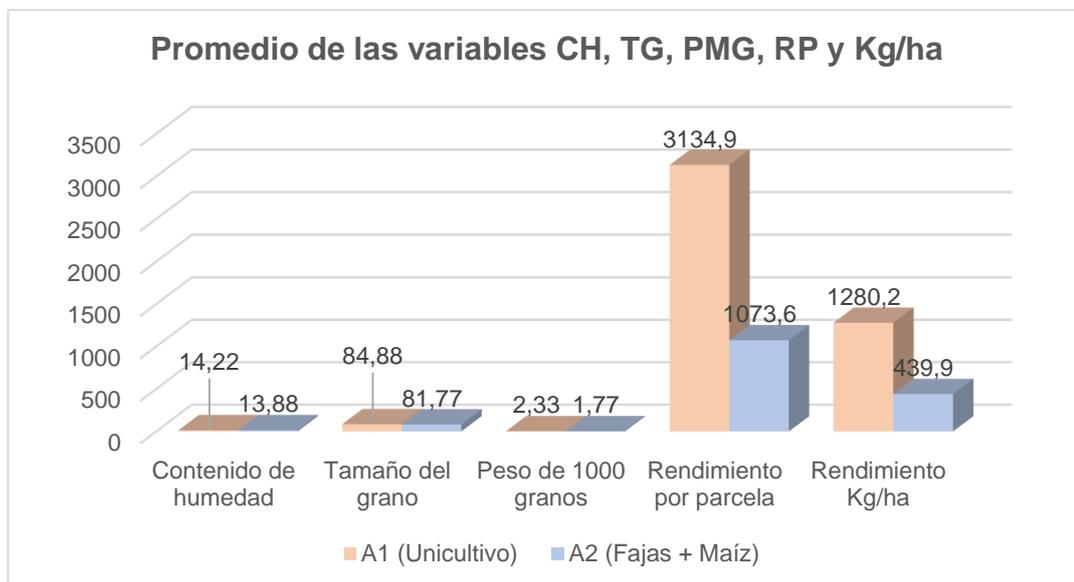
Tabla N° 10: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor A (sistemas de cultivos)

| Contenido de humedad (N/S) | | | Tamaño del grano (N/S) | | | Peso de 1000 granos (*) | | | Rendimiento por parcela (*) | | | Rendimiento Kg/ha (*) | | |
|-------------------------------|-------|---|-------------------------------|-------|---|-------------------------------|------|---|-------------------------------|--------|---|-------------------------------|--------|---|
| Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R | Factor A: Sistemas de siembra | M | R |
| A1: Unicultivo | 14,22 | A | A1: Unicultivo | 84,88 | A | A1: Unicultivo | 2,33 | A | A1: Unicultivo | 3134,9 | A | A1: Unicultivo | 128 | A |
| A2: Fajas + Maíz | 13,88 | A | A2: Fajas + Maíz | 81,77 | A | A2: Fajas + Maíz | 1,77 | B | A2: Fajas + Maíz | 1073,6 | B | A2: Fajas + Maíz | 439,90 | B |

M= Media. R= Rango. Promedios con distintas letras son diferentes al 1%. Promedios con iguales letras son diferentes al 5%

* = significativos. N/S = No significativo

Gráfico N° 10: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor A (sistemas de cultivos)



Análisis e interpretación

De acuerdo con los promedios evaluados a la respuesta del factor A: sistemas de cultivos, en cuanto a las variables Contenido de humedad (CH) y Tamaño del grano (TG) no presentaron diferencias significativas (N/S), en las variables Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha se determinó diferencias significativas (*).

Al efectuar la prueba de separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% para evaluar los promedios del factor A (sistemas de cultivos), en la variable contenido de humedad, donde se determinó que la humedad promedio más elevada estuvo en el sistema de Unicultivo con 14,22%.

La variable tamaño del grano, se reportó igualdad entre factores, registrando que el sistema que numéricamente obtuvo el mayor porcentaje de grano de mejor tamaño (categoría 2) fue el Unicultivo con 84,88%

En lo que respecta la variable peso de 1000 granos, estadísticamente se presentó diferencias estadísticas, demostrando que el porcentaje alto se obtuvo en el Unicultivo con un promedio de 2,33g.

En respuesta del factor A para la variable rendimiento por parcela, estadísticamente se presentó diferencias, sin embargo numéricamente el promedio alto estuvo dado en el Unicultivo con promedio de 3134,9%.

En lo que corresponde la variable rendimiento en kg/ha, se determinó diferencias significativas, reflejando que el alto promedio fue en el Unicultivo con 1280,20%.

Tabla N° 11: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor B (accesiones)

| Contenido de humedad (N/S) | | | Tamaño del grano (*) | | | Peso de 1000 granos (*) | | | Rendimiento por parcela (N/S) | | | Rendimiento Kg/ha (N/S) | | |
|----------------------------|-------|---|----------------------|-------|-----|-------------------------|------|---|-------------------------------|--------|---|-------------------------|--------|---|
| Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R | Factor B: Accesiones | M | R |
| B2: I-Pata de venado | 14,16 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 90,66 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 2,5 | A | B1: I-Tunkahuan | 2267,3 | A | B1: I-Tunkahuan | 926,83 | A |
| B1: I-Tunkahuan | 14,00 | A | B1: I-Tunkahuan | 86,66 | A B | B1: I-Tunkahuan | 1,83 | B | B3: Línea Ecu-6717 | 2145,7 | A | B3: Línea Ecu-6717 | 878,17 | A |
| B3: Línea Ecu-6717 | 14,00 | A | B2: I-Pata de venado | 72,66 | B | B2: I-Pata de venado | 1,83 | B | B2: I-Pata de venado | 1899,7 | A | B2: I-Pata de venado | 775,17 | A |

M= Media. R= Rango.

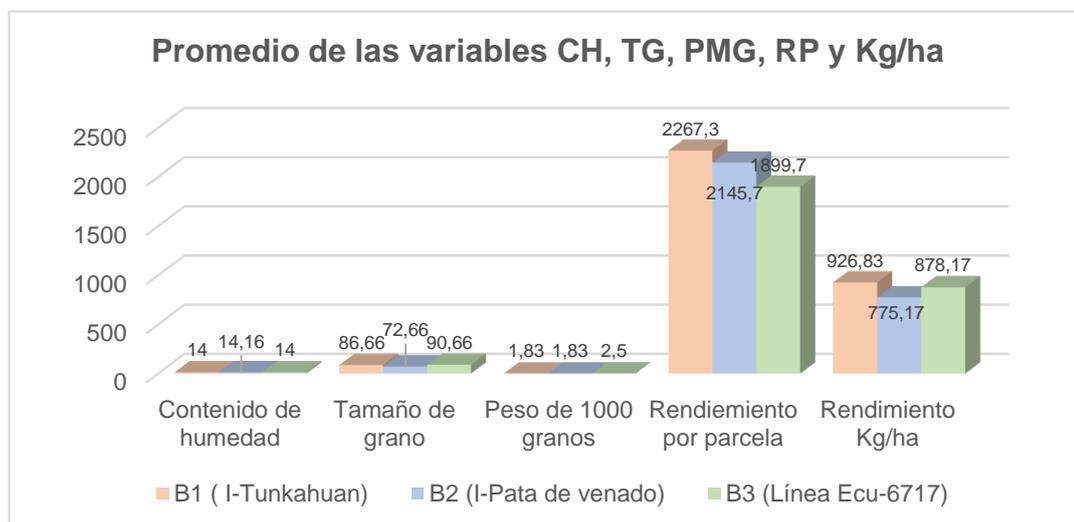
Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

Promedios con iguales letras son diferentes al 5%

* = significativos

N/S = No significativo

Gráfico N° 11: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para el factor B (accesiones)



Análisis e interpretación

De acuerdo con los promedios evaluados a la respuesta del factor B; accesiones, en cuanto a las variables contenido de humedad (CH), rendimiento por parcela (RP), Rendimiento Kg/ha, mostraron ser iguales (N/S), mientras que las variables tamaño del grano (TG) y peso de 1000 granos demostraron ser estadísticamente diferentes (*).

El factor B; accesiones no presentó diferencias significativas según la prueba de Tukey al 5%, para la variable contenido de humedad, determinando el mayor promedio en INIAP Pata de venado con 14,16%.

En la variable tamaño de grano, se determinaron una respuesta diferente, el mayor porcentaje de grano un poco más grueso (de segunda categoría) se presentó en la Línea Ecu-6717 con 90,66%, ya que es un grano que presenta mejor característica como grano más grande, mientras que Iniap Pata de Venado, presenta características genéticas de grano más pequeño, sin embargo las 3 accesiones presentan porcentajes superiores

a 70% de grano de segunda categoría, lo quiere decir que se está obteniendo grano de tamaño adecuado.

Para la variable peso de 1000 granos, numéricamente el mayor promedio fue Línea Ecu-6717 con 2,5g.

En rendimiento por parcela, se determinó igual entre factores, sin embargo, mediante la separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% se reflejó un alto promedio en INIAP Tunkahuan con 2267,3 kg/parcela

En relación a la variable rendimiento en kg/ha, reporto igualdad entre factores, registrando un alto porcentaje en la accesión de Tunkahuan con 926,83 kg/ha

Tabla N° 12: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para los tratamientos.

| Contenido de humedad (CH) | | | Tamaño de grano (TG) | | | Peso de mil granos (PMG) | | | Rendimiento por parcela (RP) | | | Rendimiento kg/ha | | |
|-------------------------------------|-------|---|-------------------------------------|-------|---|---------------------------------|------|---|-----------------------------------|--------|---|---------------------------------------|--------|---|
| Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R | Factor AxB | M | R |
| T1 (A1B1) | 14,33 | A | T3 (A1B3) | 92,00 | A | T3 (A1B3) | 3,00 | A | T1 (A1B1) | 3292,3 | A | T1 (A1B1) | 1346,3 | A |
| T2 (A1B2) | 14,33 | A | T6 (A2B3) | 89,33 | A | T1 (A1B1) | 2,00 | B | T3 (A1B3) | 3121 | A | T3 (A1B3) | 1276,7 | A |
| T3 (A1B3) | 14,00 | A | T1 (A1B1) | 88,66 | A | T2 (A1B2) | 2,00 | B | T2 (A1B2) | 2985,3 | A | T2 (A1B2) | 1217,7 | A |
| T5 (A2B2) | 14,00 | A | T4 (A2B1) | 84,66 | A | T6 (A2B3) | 2,00 | B | T4 (A2B1) | 1236,3 | B | T4 (A2B1) | 507,3 | B |
| T6 (A2B3) | 14,00 | A | T2 (A1B2) | 74,00 | A | T4 (A2B1) | 1,60 | C | T6 (A2B3) | 1170,3 | B | T6 (A2B3) | 479,7 | B |
| T4 (A2B1) | 13,66 | A | T5 (A2B2) | 71,33 | A | T5 (A2B2) | 1,60 | C | T5 (A2B2) | 814 | B | T5 (A2B2) | 332,7 | B |
| Media general: 14,05°C (N/S) | | | Media general: 117,72% (N/S) | | | Media general: 2,05g (*) | | | Media general: 2104,2g (*) | | | Media general: 860,06kg/ha (*) | | |
| CV: 5,14% | | | CV: 17,08% | | | CV: 12,69% | | | CV: 18,63% | | | CV: 18,65% | | |

M= Media general. R=Rango. CV= Coeficiente de variación

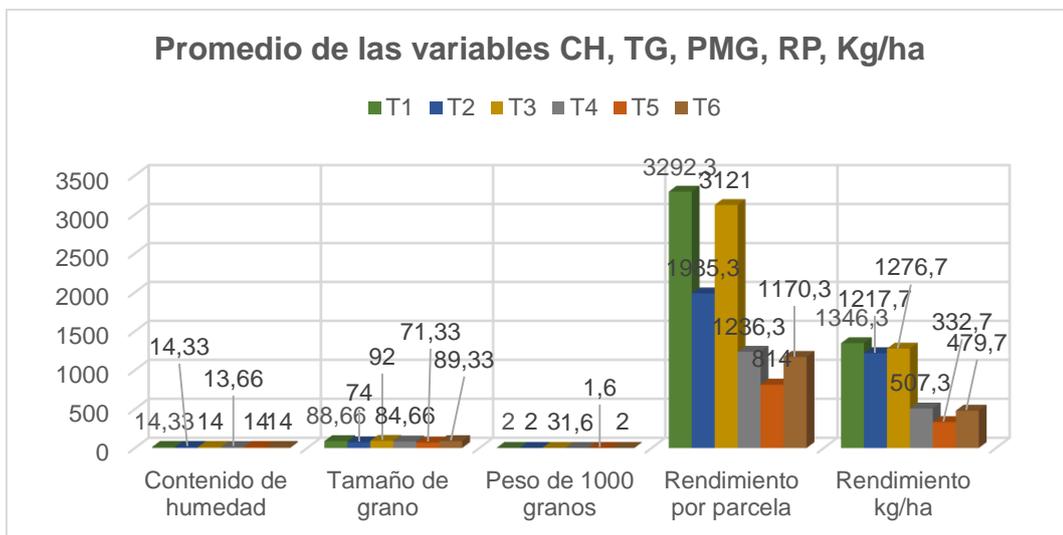
Promedios con distintas letras son diferentes al 1%

Promedios con iguales letras son diferentes al 5%

* = significativos N/S

= No significativo

Gráfico N° 12: Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables Contenido de humedad (CH), Tamaño del grano (TG), Peso de 1000 granos (PMG), Rendimiento por parcela (RP) y Rendimiento Kg/ha para los tratamientos.



Análisis e interpretación

Existió una respuesta similar de los tratamientos (N/S) en cuanto a la variable contenido de humedad, registrando una media general de 14,05 °C y coeficiente de variación de 5,14%.

En cuanto a la interacción de factores AxB referente a la variable contenido de humedad, se muestra que los promedios altos se dieron en los tratamientos T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo y T2: INIAP Pata de venado en Unicultivo con 14,33% respectivamente, de modo que el tratamiento con menos contenido de humedad fue T4: INIAP Tunkahuan en fajas + maíz INIAP 111.

La respuesta de los tratamientos en la variable tamaño de grano se determinó que existió igualdad (N/S), con una escala de 2, corresponde a grano mediano, con tamaños de >2 y <2,3 mm y coeficiente de variación de 17,08%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable tamaño de grano, ligeramente el alto promedio con tamaño mediano fue T3: Línea Ecu-6717 en Unicultivo con 92,00%, de modo que el tratamiento con menor promedio fue T5: INIAP Pata de venado en fajas + maíz INIAP 111 con 71,33% de tamaño mediano.

La respuesta de las variedades como la línea Ecu-6717 su mayor porcentaje fue de segunda categoría, yendo desde 71,00% hasta 92,00% con Iniap Pata de venado y Ecu-6717 respectivamente, lo que quiere decir que todas las cosecha indistintamente de la cantidad, el porcentaje del tamaño de grano se presentó en categoría 2.

Estimando la respuesta de los tratamientos en la variable peso de 1000 granos, se verifico diferencias estadísticas significativas (*), determinando una media general de 2,05g y coeficiente de variación de 12,69%.

Se observaron diferencias significativas con la prueba de Tukey al 5, reportando un alto promedio en tratamientos a evaluar siendo reflejado en el T3: Línea Ecu-6717 en Unicultivo con 3,00 g, mientras que el tratamiento con menos peso fue T5: INIAP Pata de venado en fajas + maíz INIAP 111 con 1,60g.

La respuesta de los tratamientos en referencia a la variable rendimiento por parcela demostró diferencias estadísticas (*), señalando una media general de 2104,2kg/parcela y coeficiente de variación de 18,63%.

La respuesta relevante de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, en la variable rendimiento por parcela, muestra alto promedio en T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con promedio de 3292,3kg/parcela, señalando de la misma manera el menor promedio en el T5: INIAP Pata de venado en fajas de maíz INIAP 111 con promedio de 814gkg/parcela

En la examinación de los tratamientos de la variable rendimiento en kg/ha se determinó diferencias estadísticas (*), presentando una media general de 860,06kg/ha y coeficiente de variación de 18,65%.

La prueba de Tukey al 5% para comparar los tratamientos, en la variable rendimiento kg/ha determino un alto promedio en el T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 1346,3kg/ha, mientras que el menor promedio estuvo en el T5: INIAP Pata de venado en fajas de maíz INIAP 111 con promedio 332,7kg/ha.

El contenido de humedad del grano dependió principalmente de las condiciones ambientales, los tratamientos cosechados en época de lluvia tuvieron más humedad que el grano cosechado en condiciones secas.

Las variedades comerciales actualmente vigentes liberadas por el INIAP como son: INIAP Tunkahuan muestra mayormente granos de tamaño mediano a pequeño (1,7 a 2,1mm) y para INIAP Pata de Venado de 1.7 a 1.9mm con un promedio de grano de primera del 80 a 90% utilizando un tamiz de orificios redondos de 1.8mm de diámetro (Peralta, 2010).

El tamaño y color del grano, son atributos muy importantes en el proceso de adopción de nuevas variedades en el mercado de la quinua. Para referencia, Ecuador, se prefieren cultivares de grano con características como mediano a grande, colores blanco y crema.

Las variables peso de mil granos, rendimiento por parcela y rendimiento en kg/ha, son atributos varietales y además dependen de la fuerte interacción genotipo ambiente.

Entre otros factores influyentes y determinantes son: cantidad y distribución de la precipitación (especialmente en la etapa reproductiva del cultivo), temperatura, cantidad y calidad de luz solar, calor y presencia de fuertes vientos (en etapa de llenado del grano).

La sanidad y nutrición del cultivo son asimismo muy determinantes en la adaptación y respuesta del germoplasma.

Los rendimientos obtenidos en esta investigación son en general bajos si llegamos a compararlos con los promedios obtenidos en la investigación de

Lucas, K. 2022 en la granja de Laguacoto III y los reportados por Borja, B y Cortez, A. 2021, en el trabajo de investigación en la granja Laguacoto y Jatumpamba.

4.5 Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla N° 13: Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes de rendimiento) que tuvieron una relación y asociación (positiva o negativa) sobre el rendimiento (Variable dependiente).

| Variables independientes componentes de rendimiento (x) | Coefficiente de correlación (r) | Coefficiente regresión (b) | Coefficiente de determinación (R² %) |
|--|--|-----------------------------------|--|
| DP (**) | 0,0032 | 0.07764 | 1 |
| DF (**) | 0,0101 | 0.29725 | 1 |
| DC (**) | 0,0247 | 0.46125 | 6 |
| AP (*) | 0,1474 | 1.51389 | 21 |
| LP (*) | 0,0536 | 1.11342 | 29 |
| DiP (**) | 0,1944 | 69.9435 | 37 |
| SM (*) | - 0,1913 | - 27.4433 | 37 |
| PAR (*) | - 0,2189 | - 6.22830 | 47 |
| PAT (*) | - 0,1550 | - 4.52608 | 24 |
| PMG (*) | 0,4981 | 391.573 | 24 |
| RP (*) | 0,9999 | 0.40771 | 99 |

(*) = significativo al 5%.

(**) = Altamente significativo al 1%

4.5.1 Coeficiente de correlación (“r”)

En la el presente trabajo de comparación de dos sistemas de cultivo para la producción de tres accesiones de quinua dulce, se determinaron correlaciones, las cuales reflejaron ser significativas y altamente significativa, positivas y negativas. Reflejando correlaciones negativas en las variables, severidad de mildiu, porcentaje de acame de raíz y porcentaje

de acame de tallo, de modo que se determinaron correlaciones positivas en las variables; días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de la panoja, peso de mil granos y rendimiento por parcela.

4.5.2 Coeficiente de regresión (“b”)

Regresión, es el aumento o disminución del rendimiento de quinua en Kg/ha (variable dependiente Y), por cada cambio único de las variables independientes (Xs) (Monar, C. 2010).

En la investigación de comparación de dos sistemas se obtuvo mayor porcentaje de severidad de mildiu, acame de raíz y tallo, disminuyeron su producción en comparación con los tratamientos que tuvieron menos porcentaje.

En tanto las variables que ayudaron al incremento en su producción fueron; días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de la panoja, peso de mil granos y rendimiento por parcela.

4.5.3 Coeficiente de determinación (R² %)

Valores del R² cercanos a 100, menciona que hay un excelente ajuste de la línea de regresión lineal: $Y = a + bx$ (Monar, C. 2008).

Al ser el primer año de comparación de dos sistemas, los componentes más importantes que incrementaron fueron las variables DP, DF, DC, AP, LP, DiP, PMG y RP.

4.6 Análisis económico de la relación B/C.

Tabla N° 14: Costo producción de dos sistemas de siembra en 3 accesiones de quinua

| Concepto | Tratamientos | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| Rendimiento Promedio en Kg/ha Quinua | 1346,30 | 1217,70 | 1276,70 | 507,30 | 332,70 | 479,70 |
| Rendimiento Promedio en Kg/ha maíz | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2392,84 | 2708,63 | 2240,03 |
| Ingreso Bruto maíz | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2414,09 | 2790,87 | 2253,43 |
| Ingreso Bruto Quinua | 2692,60 | 2435,40 | 2553,40 | 1014,60 | 665,40 | 959,40 |
| Ingreso Bruto Sistema | 2692,60 | 2435,40 | 2553,40 | 3428,69 | 3456,27 | 3212,83 |
| A. COSTOS VARIABLES | \$ 1175,57 | \$ 1142,42 | \$ 1168,61 | \$ 1212,47 | \$ 1226,81 | \$ 1219,61 |
| 1. Preparación del Suelo: | | | | | | |
| Arada, rastra y surcado | \$ 175,00 | \$ 175,00 | \$ 175,00 | \$ 175,00 | \$ 175,00 | \$ 175,00 |
| 2. Siembra: | | | | | | |
| Semilla de Quinua | \$ 42,00 | \$ 42,00 | \$ 42,00 | \$ 21,00 | \$ 21,00 | \$ 21,00 |
| Semilla de maíz | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 22,50 | \$ 22,50 | \$ 22,50 |
| Fertilizantes: 18-46-00 | \$ 150 | \$ 150 | \$ 150 | \$ 150 | \$ 150 | \$ 150 |
| Sulpomag | \$ 30 | \$ 30 | \$ 30 | \$ 30 | \$ 30 | \$ 30 |
| Urea | \$ 165 | \$ 165 | \$ 165 | \$ 165 | \$ 165 | \$ 165 |
| Mano de obra siembra fertilización y tape | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 120,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 |
| 3. Labores Culturales: | | | | | | |
| Control de insectos (Cipermetrina) | \$ 7,92 | \$ 7,92 | \$ 7,92 | \$ 7,92 | \$ 7,92 | \$ 7,92 |
| Control de mildiu (Metalaxil) | \$ 7,00 | \$ 7,00 | \$ 7,00 | \$ 7,00 | \$ 7,00 | \$ 7,00 |
| Coadyuvante | \$ 1,50 | \$ 1,50 | \$ 1,50 | \$ 1,50 | \$ 1,50 | \$ 1,50 |
| Aplicación de Insecticida, Rascadillo y aporque | \$ 240,00 | \$ 240,00 | \$ 240,00 | \$ 240,00 | \$ 240,00 | \$ 240,00 |
| 4. Cosecha: | | | | | | |
| Corte | \$ 150,00 | \$ 150,00 | \$ 150,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 | \$ 75,00 |
| Trilla (2,00 x qq) | \$ 77,90 | \$ 44,75 | \$ 70,94 | \$ 64,15 | \$ 71,32 | \$ 67,72 |
| Envases y Piola | \$ 9,25 | \$ 9,25 | \$ 9,25 | \$ 9,25 | \$ 9,25 | \$ 9,25 |
| Transporte quinua y maíz | \$ 77,90 | \$ 44,75 | \$ 70,94 | \$ 64,15 | \$ 71,32 | \$ 67,72 |
| Deshoje, desgrane, clasificación, secado, almacenado | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 |
| B. COSTOS FIJOS | \$ 339,48 | \$ 338,83 | \$ 339,36 | \$ 392,35 | \$ 393,88 | \$ 393,26 |
| Arriendo de terreno | \$ 300,00 | \$ 300,00 | \$ 300,00 | \$ 300,00 | \$ 300,00 | \$ 300,00 |
| 10% del interés al capital circulante | \$ 39,48 | \$ 38,83 | \$ 39,36 | \$ 92,35 | \$ 93,88 | \$ 93,26 |
| COSTO TOTAL (A + B) | \$ 1515,05 | \$ 1481,25 | \$ 1507,97 | \$ 1604,82 | \$ 1620,69 | \$ 1612,87 |
| INGRESO NETO DEL SISTEMA | \$ 1177,55 | \$ 954,15 | \$ 1045,43 | \$ 1823,87 | \$ 1835,58 | \$ 1599,96 |
| Relación Ingreso Costo R/C | \$ 1,78 | \$ 1,64 | \$ 1,69 | \$ 2,14 | \$ 2,13 | \$ 1,99 |
| Relación Beneficio Costo RB/C | \$ 0,78 | \$ 0,64 | \$ 0,69 | \$ 1,14 | \$ 1,13 | \$ 0,99 |

4.6.1 Relación beneficio/costo

La relación B/C especifica la pérdida o ganancia bruta por cada unidad invertida. De modo que si la relación es mayor que uno, se estima que existe un apropiado beneficio; si es similar a uno, los beneficios son iguales a los costos y la actividad no es rentable. Valores inferiores que uno muestran pérdida y la actividad no es rentable. Para establecer la Relación Beneficio-Costo, se realiza a dividir el Ingreso Bruto para el Total de Costos de Producción (León, C. y Quiroz, R. 1994)

Para ejecutar el análisis económico, se consideró los costos que varían en cada uno de los tratamientos, en cuanto a las actividades que variaron fueron: trilla, beneficio del grano, envases y transporte. De la misma manera considerando, el valor en kg de la quinua, valor del maíz en grano de primera, segunda y tercera, esto en referencia al mercado local.

- Costo de trilla \$2,00/qq
- Sacos o envases \$0,25c/u
- Transporte \$0,5c/qq

Fundamentando lo económico, los tratamientos con el mejor beneficio neto fueron el T4: INIAP Tunkahuan en fajas de maíz INIAP 111 con RI/C \$2,14, RB/C de \$1,14 lo que significa que por cada unidad invertida tiene una ganancia de \$1,14. El segundo mejor costo beneficio fue T5: INIAP pata de venado en fajas de maíz INIAP 111 con RI/C \$2,13; RB/C de \$1,13 lo que se deduce a que el productor de quinua por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$1,13 por cada dólar.

Del análisis económico en la granja experimental Laguacoto III, se desprende que la relación B/C es superior a la unidad, resultando como una mejor utilización y retorno del capital invertido.

4.7 Comprobación de hipótesis

La hipótesis en estadística es la teoría que se plasma acerca de las características de una población. Se utiliza para comprobar o rechazar posterior de haber realizado un análisis estadístico oportuno como resultado del estudio experimental en campo. En el presente estudio de la comparación de sistemas de cultivo de accesiones de quinua, la hipótesis alterna planteada fue: La respuesta productiva del cultivo de quinua, depende del sistema de cultivo, la accesión de quinua y su interacción genotipo ambiente.

Mediante los resultados agronómicos, estadísticos y económicos, con un 99% de evidencia estadística, se determinan diferencias significativas para

la mayoría de las variables agronómicas como fueron severidad de mildiu, porcentaje de acame de raíz y porcentaje de acame de tallo, días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de la panoja, peso de mil granos y rendimiento por parcela.

Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna con suficiente evidencia científica, mediante las pruebas de Fisher y Tukey realizadas.

4.8 Conclusiones

En cuanto a los resultados generados mediante el estudio experimental de campo, los diferentes análisis estadísticos, se esquematizan las siguientes conclusiones:

- La respuesta agronómica de los seis tratamientos de quinua en los dos sistemas evaluados en la zona agroecológica de Laguacoto III fue diferente.
- El germoplasma evaluado presentó resistencia intermedia a la severidad de mildiú, acame de raíz y de tallo.
- El ciclo del cultivo de la quinua fue precoz en la variedad INIAP Pata de Venado con 111 días a la cosecha y tardío en la Línea promisorio ECU-6717 con 165 días.
- El rendimiento promedio más alto de las accesiones de quinua evaluadas fue T1: INIAP Tunkahuan en Unicultivo con 1346,3kg/ha superando ampliamente a T5: INIAP Pata de venado en fajas + maíz con 332,7kg/ha.
- Los componentes agronómicos evaluados que incrementaron significativamente el rendimiento fueron los promedios de las variables días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de la panoja, peso de mil granos y rendimiento por parcela.

- En cuanto a la relación beneficio/costo más alta se registró en el T4: INIAP Tunkahuan (en fajas de maíz INIAP 111) con \$1823,87 y T5: INIAP pata de venado (en fajas de maíz INIAP 111) con \$1835,58; lo que se deduce a que el productor de quinua por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$1,14 y \$1,13 por cada dólar respectivamente
- Finalmente, el presente estudio contribuyó a la comparación de dos sistemas de cultivo para la producción de tres accesiones de quinua dulce, en su primer año de evaluación dentro de la zona agroecológica de estudio, seleccionado el sistema con mayor producción.

4.9 Recomendaciones

De acuerdo a los principales resultados obtenidos y conclusiones, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Validar el germoplasma en estudio en otras zonas agroecológicas similares de la provincia.
- El asociar el cultivo con otro, puede ser un mecanismo para mejorar la productividad de las fincas.
- Con el fin de poder obtener accesiones de quinua con buenos rendimientos, realizar rotación de cultivo y evaluaciones con diferentes dosis de nitrógeno.
- Con los materiales promisorios, realizar análisis molecular para seleccionar germoplasma de calidad para futuras validaciones de variedades comerciales.
- Al Departamento Programa de semillas de la facultad de Ciencias Agropecuarias, continuar con la producción de semilla de calidad de las accesiones evaluadas.

- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias a través de la Escuela de Imaginería Agroindustrial, dar valor agregado a la quinua y de esta manera contribuir al aumento de consumo de quinua, ya que es un alimento de excelente calidad nutricional y a la vez mitigar la alta tasa de desnutrición crónica que se vive en los niños dentro de la provincia.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrobanco. (2013). Manejo integrado en el cultivo de quinua. Obtenido de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-d->
- AGROCALIDAD. (2016). Buenas prácticas agrícolas para la quinua. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-quinua-27-09->
- Alcón, G. (2018). Evaluacion de las variables agronomicas de la quinua (***Chenopodium quinoa W***) y calidad del grano de niveles de estiercol ovino y urea. SciELO. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n1/v5n1_a06.pdf
- Angulo, J. (2021). “Estudio de las propiedades alimenticias de la Quinua ***Chenopodium Quinoa Willd***” germinada y su aplicación en preparaciones gastronómica”. Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54266/1/BINGQ-GS-21P38.pdf>
- Arévalo, T. (2008). Respuesta de cuatro líneas promisorias de quinua dulce (***Chenopodium quínoa will***) a la aplicación de abono orgánico y químico en las localidades de Tagma y Laguacoto II, provincia Bolívar. Univerdad Estatal de Bolivar. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/191/3/7.pdf>
- Azcón, J. (2000). Fundamentos de la fisiología vegetal. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Borja, B. (2021). Caracterización agronómica y morfológica de nueve accesiones de quinua (***Chenopodium quinoa W.***), en las localidades de Laguacoto III y Jatunpamba en el Cantón Guaranda Provincia Bolívar. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3895/2/TESIS-ANGEL-Y-MOISES-final.pdf>
- Calla, J. (2018). Manejo del cultivo de Quinua. OAEPS-UNALM, Perú.

- Callohuari, Y. (2016). Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina.
- Carbajal, A. (2013). La dieta mediterránea como modelo de dieta prudente y saludable. *Revista chilena de nutrición*, 224-236 p.
- Chela, C. (2021). Valoración de la efectividad de cuatro combinaciones de ingredientes activos de fungicidas para el manejo de manchas foliares en maíz suave (***Zea mays L.***), en el Laguacoto III, Cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3891/1/TESIS-BMPR-CRCA%20%281%29.pdf>
- Chemical, C. (2019). Crisapon, nueva alternativa para el manejo de “cogollero” (***Spodoptera frugiperda***). Presentación. Guayaquil , Ecuador .
- Cruces, L. (2016). Quinoa Manejo integrado de plagas. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i6038s/i6038s.pdf>
- Cultivos Tradicionales. (2010). Manejo del cultivo de quinua. Obtenido de http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/
- Delatorre et al. (2013). La quinua (***Chenopodium quinoa Willd***), un tesoro andino para el mundo. Scielo. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292013000200017&script=sci_arttext
- Duchitanga, S. (2017). Evaluación del rendimiento y rentabilidad de quinua ***Chenopodium quinoa W*** con la utilización de abonos agroecológicos en la parroquia Tarqui (Sur del Ecuador). Universidad de Cuenca.
- ECURED. (2011). Monocultivo. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Monocultivo>

- ESPAC. (2020). www.ecuadorencifras.gob.ec. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- FAO. (2011). La Quinoa: Cultivo Milenaria para contribuir la seguridad.
- FAO. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- FAO. (2017). Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina. doi:ISBN 978-92-5-309152-2
- Gómez, L. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://www.bivica.org/files/quinua-cultivo-guia.pdf>
- Guaman, D. (2021). Evaluación de sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para agricultura de conservación en el cultivo de maíz variedad iniap-111 en el Laguacoto II, Cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolivar.
- Holdridge, L. (1979). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA.
- INFOAGRO. (2014). Modos de sembrar la quinua. Obtenido de https://www.infoagro.com/noticias/2014/modos_de_sembrar_la_quinoa.asp
- INIAP. (2015). V congreso de quinua. II simposio internacional de granos andinos. Jujuy, Argentina: Universidad Nacional de Jujuy. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1915/4/iniapsc7442d.pdf>
- Lucas, K (2022). Identificación de las características agronómicas de 6 accesiones de quinua (***Chenopodium quínoa W***), en su segundo

período de validación en la localidad de Laguacoto III, Provincia de Bolívar.

Luzón, S. (2016). Respuesta de la quinua variedad Tunkahuan a la fertilización nitrogenada, en las condiciones edafoclimáticas de la Argelia. Universidad Nacional De Loja, Loja.

MAG. (2017). www.agricultura.gob.ec. Obtenido de www.agricultura.gob.ec: <https://www.agricultura.gob.ec/2017-ano-clave-para-ecuador-en-exportacion-de-quinua/>

Malán, J. (2015). "Elaboración de harina de quinua (***Chenopodium quinoa Will***) y su aplicación en la obtención de bebida refrescante endulzada, a realizarse en la planta de frutas y hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar". Universidad Estatal de Bolivar. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/857/1/025.pdf>

Mazón, N. (2010). INIAP- Pata De Venado. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, Quito, Ecuador .

Montes et al. (2018). Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (***Chenopodium quinoa Willd.***), en purace - cauca, colombia. Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612018000200026&lng=es&nrm=iso

Monzón, O. et al. (2005). Efectos del intercultivo en franjas de maíz y soja sobre el rendimiento. Rosario: Congreso Nacional de Maíz.

Morales, A. (2012). Manual de nutrición y fertilización de la quinua (Vol. Primera edición). Lima, Perú. Obtenido de <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Manual-deFertilizacion-de-La-Quinoa.pdf>

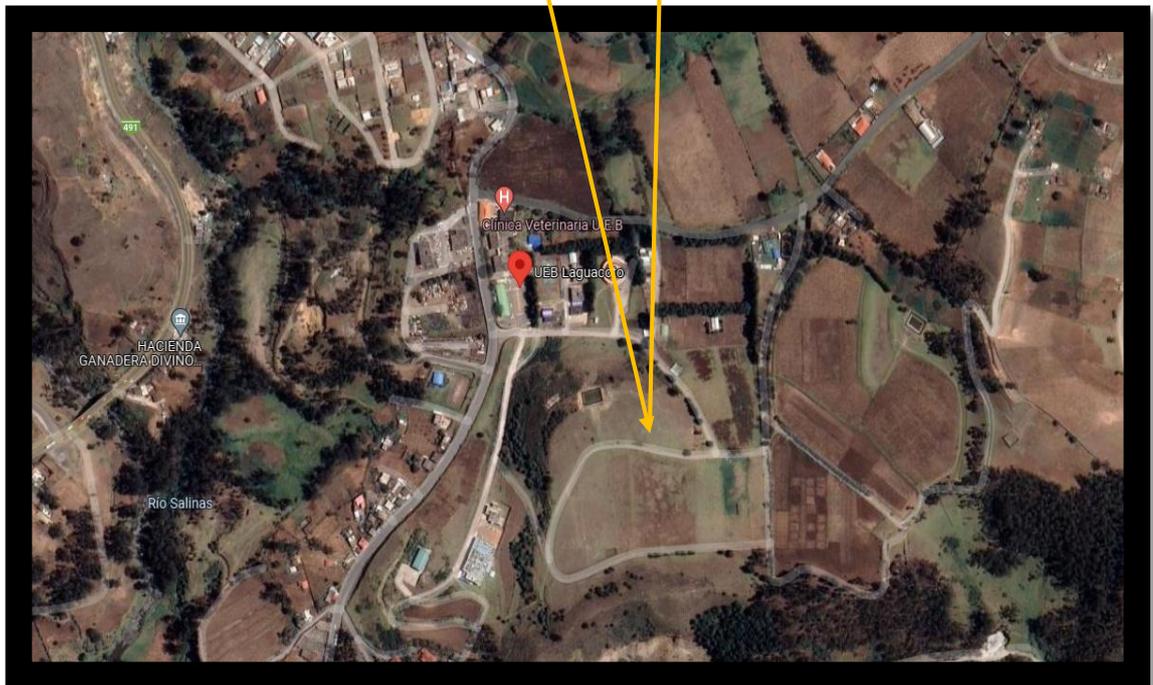
- Mujica, Á. (2015). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. Tierra Adentro INIA. Obtenido de <http://www.inia.cl/descarga/revista-tierra-adentro-especial-quinoa/>
- Naranjo, M. (2015). Establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde. 130.
- Ospina, A. (2006). Agroforestería. Obtenido de <https://1library.co/article/cultivos-alfredo-ospina-ingeniero-agr%C3%B3nomo-ilustraciones-herm%C3%ADnsul-villada.zg99v3vq>
- Peralta et al. (2013). Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y sangorache, para la sierra de Ecuador. Obtenido de 2013
- Peralta, E. (2009). La quinua en Ecuador "Estado del Arte". Quito, Ecuador: INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>
- Peralta, E. (2010). INIAP tunkahuan variedad de Quinua mejorada. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2639/1/iniapscpl345.pdf>
- Peralta, E. (2012). Evaluación agronómica de 14 líneas F5 de quinua. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/>
- Reinhard, C. (2013). Producción y Comercialización de Quinua Orgánica en Chimborazo (Ecuador). Masterarbeit. Obtenido de <https://epub.boku.ac.at/obvbokhs/content/titleinfo/1127486/full.pdf>
- Reyes, C. (2018). Minador de la hoja - *Liriomyza sp.* <https://panorama-agro.com/?p=1534>.
- Rodriguez, N. (2021). Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costobeneficio>

- Sánchez, M. (2022). Respuesta agronómica de dos variedades de maíz suave a tres tipos de labranza y fertilización nitrogenada en la Comunidad Quisacoto, cantón San Miguel de Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4060/3/TESIS%20MILTON%20SANCHEZ.pdf>
- Santivañez, T. (2016). Identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Suquilanda, M. (2007). Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Producción orgánica de quinua. Quito, Ecuador.
- Tenorio. (2011). Aislamiento, identificación y ensayo de control biológico in vitro de fitopatógenos de la quinua (***Chenopodium quinoa***), la tuna (***Opuntia picus-Indica***), la castaña (***Castanea sativa***), FCFB, UMSA. 2008-2010. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/3590/T-1817.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tenorio, F. (2021). Manejo de Plagas de la Quinua para una Agricultura Orgánica.
- TESAURO. (2013). Sistemas de cultivo. Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos. Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,sistemas+de+cultivo,4150.html>
- Vargas, J. (2016). Estudio etnográfico sobre el sistema de producción agrícola. Arequipa – Perú: Universidad Nacional San Agustín.
- Veloza, C et al. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (***Chenopodium quinoa Willd.***) en la sabana norte de Bogotá. Actualidad & Divulgación Científica, 325–332. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/86>

Zañudo, B. (2016). Consideraciones sobre el manejo agronómico del cultivo de la quinua en el departamento de Nariño. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4956s.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1: Ubicación del experimento



Anexo N° 2: Análisis de suelo



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS



Nombre del propietario: Bajaña Jordy

Fecha: 2021/12/07

Fecha de ejecución del análisis: 2021/12/03 Fecha de entrega de análisis: 2021/12/07

Análisis Químico

| Nutrientes | Nomenclatura | | | Unidad | Nivel |
|------------|--------------|-------|------|--------|-------|
| | NH3 | NH3-N | NH4 | | |
| Amonio | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | |
| Nitrato | NO3-N | NO3 | | | |
| | 0 | 0 | | | |
| Nitrógeno | 0 | | | ppm | Bajo |
| Fósforo | P | PO4-3 | P2O5 | ppm | Bajo |
| | 2,5 | 7 | 5,5 | | |
| Potasio | K | K2O | | ppm | Bajo |
| | 16 | 20 | | | |

NH3: Amoniaco
 NH3-N: Nitrógeno amoniacal
 NH4: Amonio
 P: Fósforo
 PO4-3: Anión Fosfato

NO3-N: Nitrato Nitrógeno
 NO3: Nitrato
 K: Potasio
 K2O: Óxido de potasio
 P2O5: Óxido de Fósforo

DIRECCIÓN DE DESARROLLO
ECONÓMICO PRODUCTIVO

GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA
BOLÍVAR

Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS

Anexo N° 3: Base de datos

| V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V13 | V14 | V15 | V16 | V17 | V18 | V19 | V20 | V21 | V22 |
|------|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|--------|-------|------|-----|-----|-----|---------|-------|-----|------|------|---------|
| TRAT | REP | FA | FB | DEP | PG | DP | DF | DC | SM | AP | LP | DP | DT | PAR | PAT | RP | TG | PMG | CS | CH | KG/HA |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 21 | 143,85 | 82,17 | 6,14 | 0,6 | 34 | 47 | 3326 | 92,91 | 2,4 | 0,06 | 14,6 | 1360,35 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 19 | 90 | 45,37 | 4,62 | 0,4 | 5 | 5 | 3260 | 80,60 | 2,5 | 0,68 | 15,4 | 1320,86 |
| 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 96 | 87 | 93 | 164 | 14 | 178,9 | 91,2 | 6,68 | 0,7 | 10 | 10 | 3123 | 95,66 | 3,0 | 0,11 | 13,7 | 1290,78 |
| 4 | 1 | 2 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 18 | 146,75 | 81,2 | 6,5 | 0,5 | 30 | 31 | 1247 | 86,57 | 1,8 | 0,24 | 13,7 | 515,40 |
| 5 | 1 | 2 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 18 | 88,9 | 45,21 | 4,5 | 0,4 | 4 | 7 | 1222,5 | 73,60 | 1,9 | 0,90 | 14,8 | 498,84 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 96 | 87 | 93 | 164 | 15 | 121,58 | 92,5 | 6,9 | 0,8 | 25 | 15 | 1171,12 | 94,94 | 2,3 | 0,11 | 14,4 | 480,11 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 19 | 141,71 | 75,7 | 5,34 | 0,7 | 45 | 48 | 3858 | 92,03 | 2,8 | 0,11 | 14,4 | 1581,63 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 17 | 75,28 | 46,22 | 5,21 | 0,5 | 12 | 9 | 2709 | 54,43 | 2,6 | 0,68 | 14 | 1115,78 |
| 3 | 2 | 1 | 3 | 6 | 96 | 87 | 93 | 164 | 16 | 188,8 | 93,3 | 7,71 | 0,6 | 15 | 12 | 3112 | 88,57 | 3,0 | 0,06 | 15,4 | 1260,90 |
| 4 | 2 | 2 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 20 | 143,24 | 72,1 | 5,65 | 0,6 | 28 | 33 | 1446,75 | 92,45 | 2,1 | 0,06 | 15 | 588,95 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 16 | 76,21 | 47,27 | 4,99 | 0,5 | 8 | 9 | 1015,87 | 73,98 | 2,0 | 0,99 | 14,3 | 416,954 |
| 6 | 2 | 2 | 3 | 6 | 96 | 87 | 93 | 164 | 13 | 177,6 | 92,1 | 7,59 | 0,7 | 15 | 19 | 1167 | 85,26 | 2,3 | 0,06 | 14,4 | 478,42 |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 20 | 146,85 | 81,8 | 7,12 | 0,5 | 60 | 39 | 2711 | 82,18 | 2,6 | 0,06 | 15,4 | 1098,42 |
| 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 21 | 88,28 | 48,71 | 6,31 | 0,5 | 10 | 10 | 2987 | 88,16 | 2,6 | 0,81 | 14,8 | 1218,83 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 6 | 96 | 87 | 93 | 164 | 12 | 195,3 | 95,7 | 8,5 | 0,8 | 14 | 9 | 3128 | 93,03 | 3,6 | 0,06 | 14,5 | 1280,86 |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 80 | 59 | 73 | 136 | 19 | 143,24 | 82,3 | 5,79 | 0,6 | 25 | 35 | 1016,63 | 76,01 | 2,0 | 0,06 | 13,9 | 419,21 |
| 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 88 | 48 | 60 | 111 | 19 | 91,57 | 45,78 | 5,51 | 0,4 | 10 | 8 | 1120,12 | 68,25 | 2,0 | 0,68 | 14,4 | 459,20 |
| 6 | 3 | 2 | 3 | 6 | 96 | 92 | 98 | 169 | 12 | 188,89 | 95,17 | 7,62 | 0,6 | 12 | 18 | 1173 | 89,03 | 2,7 | 0,24 | 14,3 | 481,44 |

Código de la base de datos:

V₁: Tratamientos

V₂: Repetición

V₃: Factor A

V₄: Factor B

V₅: Días a emergencia de plántula

V₆: Porcentaje de germinación

V₇: Días de panojamiento

V₈: Días a la floración

V₉: Días a la cosecha

V₁₀: Severidad de mildiu

V₁₁: Altura de planta

V₁₂: Longitud de panoja

V₁₃: Diámetro de panoja

V₁₄: Diámetro de tallo

V₁₅: Porcentaje de acame de raíz

V₁₆: Porcentaje de acame de tallo

V₁₇: Rendimiento por parcela

V₁₈: Tamaño de grano

V₁₉: Peso de mil granos

V₂₀: Contenido de saponina

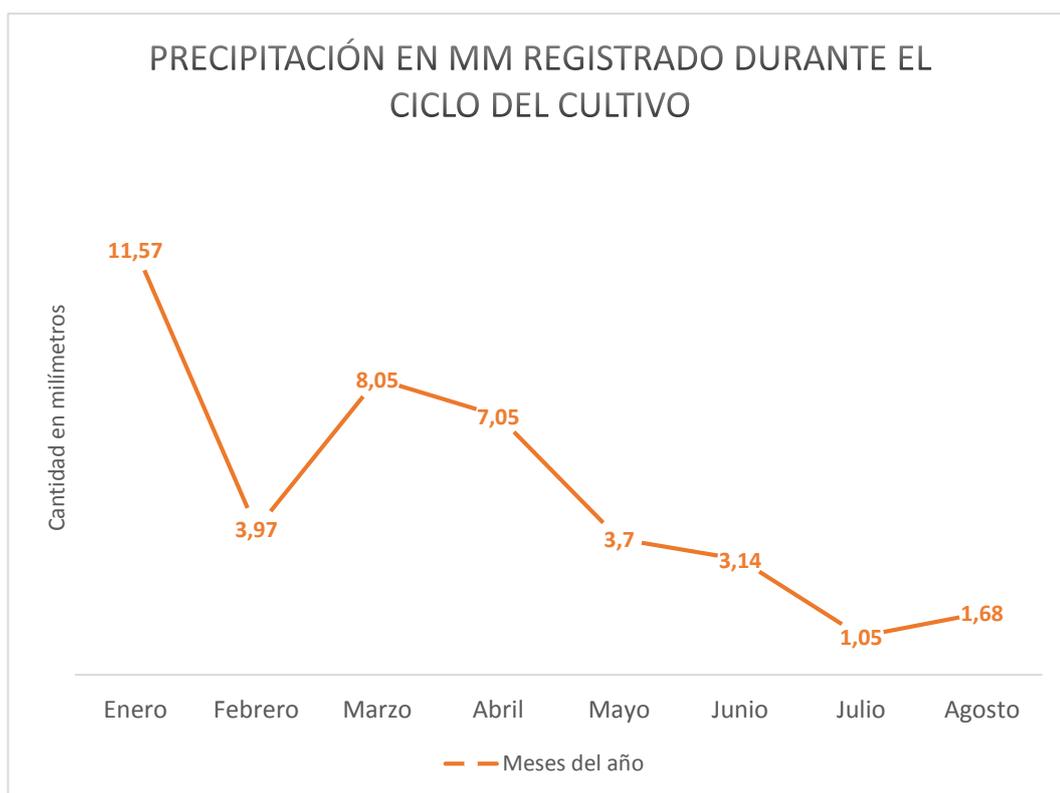
V₂₁: Contenido de humedad

V₂₂: Rendimiento kg/ha

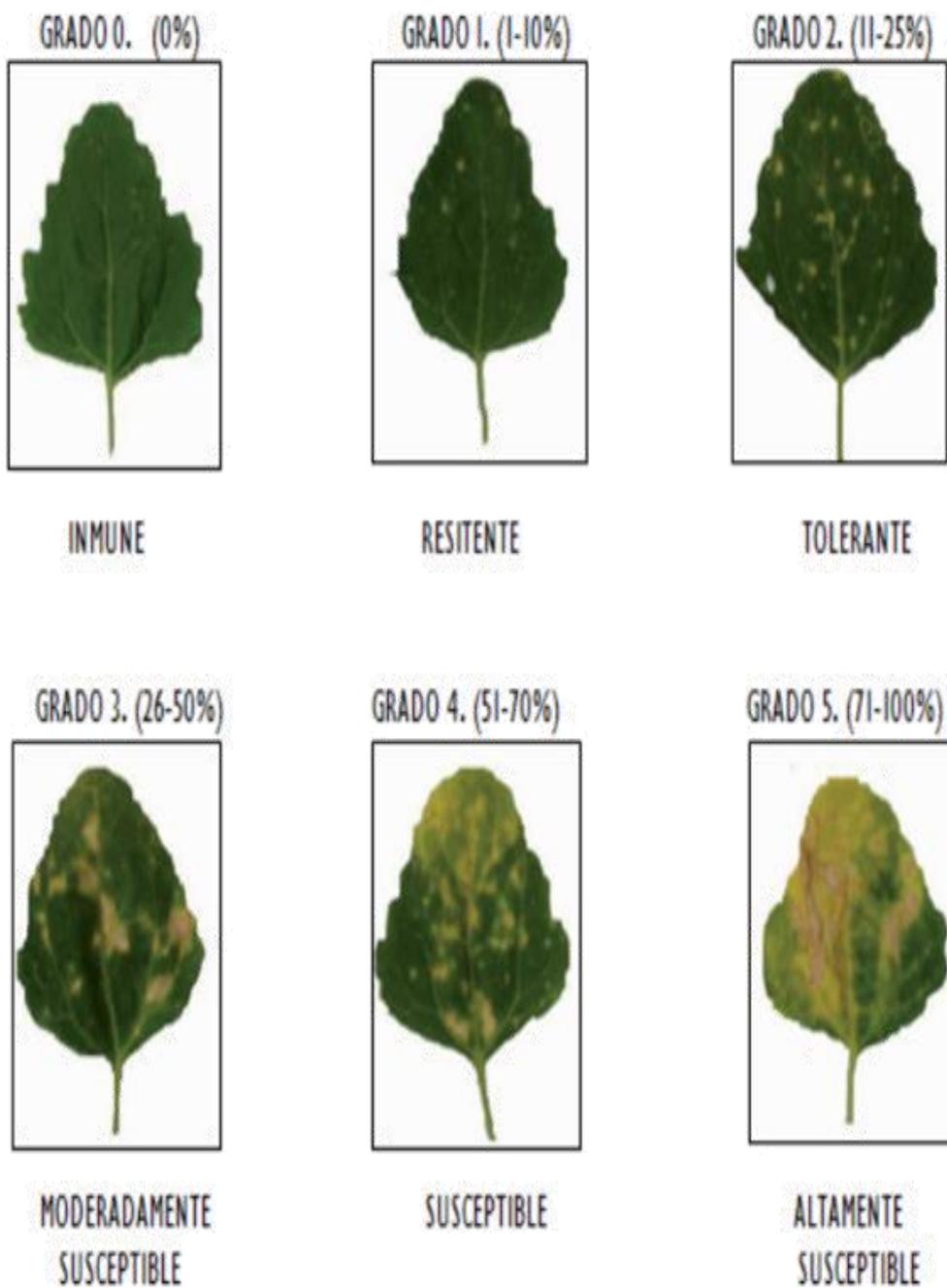
Anexo N° 4: Registro de precipitación Laguacoto III.

| MES | PRECIPITACIÓN (mm) |
|---------|--------------------|
| Enero | 11,57 |
| Febrero | 3,97 |
| Marzo | 8,05 |
| Abril | 7,05 |
| Mayo | 3,70 |
| Junio | 3,14 |
| Julio | 1,05 |
| Agosto | 1,68 |

Distribución de la precipitación en mm durante el ciclo del cultivo de quinua.
Laguacoto III



Anexo N° 5: Escala gráfica del grado de severidad de mildiu veloso



Fuente: Inguilan y Pantoja, 2007

Anexo N° 6: Manejo agronómico del ensayo



Preparación del terreno



Trazado de parcelas.



Siembra de los tratamientos



Riego de parcelas



Control manual de malezas



Raleo de plántulas



Fertilización con abono 18-46-0



Toma de variable altura de planta



Toma de variable diámetro de tallo



Corte de tratamientos



Cosecha de maíz



Secado de quinoa



Trilla de tratamientos



Determinador de humedad



Contenido de saponina



Visita de campo

Anexo N° 7: Glosario de términos técnicos

Abiótico: Abiótico es el medio que no permite recibir ningún ser vivo. El término abiótico es el antónimo de biótico, el cual es el medio donde existe vida y, sus factores son los seres vivos de un ecosistema como: la flora, la fauna, entre otros.

Accesiones: Hace referencia a cada uno de los materiales en estudio estos pueden ser; líneas, variedades, híbridos que se van a evaluar dentro de un ensayo, es decir se refiere a cada uno de los tratamientos en estudios.

Alelopatía: Definida como el dominio directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta.

Alógama: Concierno con el desarrollo completo de las estructuras que forman la semilla (embrión, las reservas y las cubiertas)

Arvenses: Especies vegetales presentes en los ecosistemas agrícolas que compiten por agua y nutrientes con las plantas en cultivo.

Autógama: El polen y ovulo pertenecen a la misma flor.

Biodiversidad: Es un tipo de diversidad que nace de la intersección de la diversidad biológica y cultural, y que gira entorno a cuáles son los alimentos, fibras y medicinas de origen natural y cómo los producimos.

Biótico: Factores bióticos son los organismos que vivos que interactúan con otros organismos, refiriéndose a la flora y la fauna así también las interacciones con otros organismos vivos o seres vivos de un ecosistema.

Dicotiledónea: La dicotiledónea (clase Magnoliopsida) es una clase de plantas con flores cuyas semillas presentan dos cotiledones laterales.

Dioica: Es aquella en la que hay individuos machos e individuos hembras.

Ecotipo: Población heterogénea de plantas de libre polinización que están adaptadas a un nicho ecológico particular y sobre las que únicamente actúa la selección natural.

Epispermo: Se denomina a la estructura y órganos de protección de la semilla.

Escarda: Técnica que se emplea en agricultura para erradicar los cardos y las malezas que nacen junto al cultivo y son perjudiciales para su buen desarrollo.

Evapotranspiración: La combinación de los procesos. Evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas y transpiración desde las hojas de las plantas.

Fitosanitario: Es un adjetivo que alude a lo que se vincula a prevenir y tratar las diversas enfermedades que pueden tolerar las plantas.

Genética: La genética es una rama de la biología que estudia como los caracteres hereditarios se transmiten de generación en generación.

Genotípica: El genotipo es el conjunto de los genes y la información genética que conforman a un individuo de cualquier especie.

Glómérulo: Es un tipo de inflorescencia cimosa sumamente contraída, más aún que el fascículo, adoptando una forma más o menos globular.

Herbácea: En botánica, se denominan herbáceas todas las plantas que no forman madera y que, por tanto, tienen tejidos tiernos.

Hermafrodita: Planta con flores hermafroditas únicamente. Monoica: Plantas con flores pistiladas y estaminadas.

Hermafroditas: El hermafroditismo es una condición que no es en absoluto exclusiva del reino Animal. De hecho, en el mundo vegetal la aparición de

flores hermafroditas es muy común: entre el 75% y el 90% de las plantas la desarrollan.

Hipocótilo: Primer órgano de expansión de la plántula y se desarrolla hasta formar el tallo.

Inflorescencias: Son las ramas del tallo, con crecimiento limitado, portadoras de flores.

Lanceoladas: Son aquellas hojas, pétalos u otro órgano laminar que tiene forma de punta de lanza.

Metamorfosis: Transformación que experimentan determinados seres vivos en su desarrollo biológico que afectan no solo a su forma sino también sus funciones.

Monoica: Especies en las cuales ambos sexos se presentan en una misma planta.

Pediceladas: Tiene un tallo o pedúnculo delgado que sostiene un órgano esporógeno o una fructificación.

Pericarpio: Parte exterior del fruto, que envuelve la semilla

Perigonio: Perianto conformado por sépalos y pétalos indistinto entre si

Perisperma: El tejido de reserva en la semillas procedente de la nucela y que puede ser el único tejido nutritivo de éstas, como ocurre en la subclase Caryophyllidae; es análogo al endosperma.

Pistiladas: Flor que solo tiene carpelos.

Pivotante: Las raíces pivotantes no poseen casi ramificaciones y son uniformes en su crecimiento.

Polimórfico: Es un fenómeno muy común en la naturaleza y consiste en la existencia de diferentes morfos en una misma especie, es decir, variaciones morfológicas muy evidentes en los individuos en una población.

Producción: Hace referencia al resultado de la explotación de la tierra para obtener bienes, principalmente, alimentos como cereales y diversos tipos de vegetales.

Productividad: Capacidad de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, etc

Saponina: Son consideradas como un factor antinutricional de las semillas de quinua, que están presentes fundamentalmente en la cáscara y son las responsables del sabor amargo; su presencia permite distinguir las variedades de quinua como dulces ($< 0,11\%$) o amargas ($> 0,11\%$).

Senescencia: Proceso fisiológico que lleva una serie de cambios en las células afectadas.

Sésiles: El término sésil se usa también en zoología para referirse a un organismo acuático que crece adherido o sujeto al sustrato, del cual no se separa ni se desplaza.

Soberanía alimentaria: Promueve relaciones de equilibradas entre seres humano y naturaleza, suelo, agua, aire para avalar la producción actual y la futura de alimentos adecuados para todos.

Sustentabilidad: La destreza de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo resguardando al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.