

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento
de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad INIA 619 -
Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024**

Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Lizbeth FUENTES AUCCASIO

ASESOR:
Dr. Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis adorables padres, Hilario y Delia que con su apoyo incondicional permitieron culminar este trabajo, tenerlos en mi vida es un privilegio.

A mis hermanos Yenny y Jonatan por su respaldo y ayuda en realizar trabajo en campo. Este proyecto lleva sus huellas.

Lizbeth.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme en mi camino de aprendizajes y perseverancia en culminar este trabajo de investigación.

A mi Alma mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, fuente académica de conocimiento aprendizaje y enseñanza.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal que a través de sus catedráticos me brindaron enseñanzas y aprendizajes.

A mi asesor, Dr. Brian Adonai Medina Gómez, por sus sabios consejos, orientaciones analíticas y su increíble paciencia al realizar este trabajo.

A los catedráticos, miembros del jurado calificador quienes dedicaron su tiempo, paciencia y experiencias para contribuir con sus conocimientos en la mejora del trabajo de investigación.

A mis padres y hermanos por su paciencia y apoyo incondicional en mis momentos fáciles y en los que no lo eran tanto, por confiar en mí y ser mi fuente de inspiración a seguir cada día.

A mi amiga del alma, por inspirarme con sus ocurrencias y comentarios haciendo que cada día sea memorable aceptando que me divorciase de mi vida social en esos meses de trabajo y estar siempre presente para mí.

A ti, quien llego a mi vida en el momento preciso y se convirtió en mi mayor apoyo. Gracias por ser mi compañía en las horas más difíciles, por tu ayuda constante, y mi sostén emocional cuando flaqueaban mis fuerzas. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en los que yo misma dudaba.

Finalmente, a todas esas personas que me apoyaron directa e indirectamente en culminar mi proyecto inmensamente, gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. <i>Labranza conservacionista</i>	5
1.2.2. <i>Tipos de labranza conservacionista</i>	7
1.3. Funciones y beneficios de labranza conservacionista	8
1.3.1. <i>Ventajas y desventajas de labranza conservacionista</i>	9
1.3.2. <i>Cobertura vegetal</i>	10
1.3.3. <i>Funciones y beneficios de la cobertura vegetal</i>	11
1.3.4. <i>Ventajas y desventajas de la cobertura vegetal</i>	12
1.4. Cultivo de maíz	13
1.4.1. <i>Clasificación taxonómica del maíz</i>	14
1.4.2. <i>Características botánicas del maíz</i>	15
1.4.3. <i>Características del maíz amarillo duro Variedad INIA 619</i>	18
1.4.4. <i>Importancia del maíz amarillo duro</i>	20
1.5. Requerimientos edafoclimáticos del maíz.....	21
1.5.1. <i>Suelo</i>	21
1.5.2. <i>Temperatura</i>	22
1.5.3. <i>Radiación solar</i>	22
1.5.4. <i>Humedad en el suelo</i>	23
1.5.5. <i>Humedad relativa</i>	23
1.5.6. <i>Fotoperiodo</i>	23
1.6. Manejo agronómico de maíz amarillo duro	24

1.6.1. Época de siembra	24
1.6.2. Semilla	25
1.6.3. Siembra.....	25
1.6.4. Profundidad de siembra	25
1.6.5. Densidad de siembra	26
1.6.6. Fertilización	26
1.6.7. Control de malezas	28
1.6.8. Insectos dañinos y su control.....	29
1.6.9. Cosecha y post cosecha	29
CAPÍTULO II.....	31
METODOLOGÍA.....	31
2.1. Ubicación del experimento.....	31
2.1.1. Ubicación política	31
2.1.2. Ubicación geográfica	31
2.2. Análisis físico químico del suelo.....	32
2.3. Características climatológicas del lugar experimental	33
2.4. Variables.....	35
2.4.1. Variable independiente.....	35
2.4.2. Variable dependiente.....	35
2.5. Operacionalización de variables.....	35
2.6. Tipos de labranza de conservación.....	36
2.6.1. Labranza cero.....	36
2.6.2. Labranza mínima en hoyo	36
2.6.3. Labranza mínima en franja	36
2.7. Cobertura muerta.....	36
2.7.1. Sin cobertura vegetal.....	36
2.7.2. Con cobertura vegetal	36
2.8. Productividad del maíz amarillo duro	37
2.8.1. Altura de la planta (cm)	37
2.8.2. Altura de la planta a la mazorca (cm).....	37
2.8.3. Número de mazorcas por planta	37
2.8.4. Longitud de mazorca (cm).....	37
2.8.5. Diámetro de mazorca (cm).....	38
2.8.6. Rendimiento de maíz (kg/ha).....	38

2.8.7. <i>Peso de 1000 semillas (g)</i>	38
2.9. Medidas descriptivas del índice de prolificidad y el índice de desgrane	38
2.9.1. <i>Actividades preliminares</i>	38
2.9.2. <i>Demarcación de campo experimental</i>	38
2.9.3. <i>Preparación del terreno</i>	39
2.9.4. <i>Adquisición de semilla</i>	39
2.9.5. <i>Siembra</i>	39
2.9.6. <i>Fertilización</i>	39
2.9.7. <i>Riego</i>	39
2.9.8. <i>Deshierbo</i>	39
2.9.9. <i>Aporque</i>	39
2.9.10. <i>Control fitosanitario</i>	40
2.9.11. <i>Cosecha y recolección de datos</i>	40
2.10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
2.10.1. <i>Unidad experimental</i>	40
2.10.2. <i>Tratamientos</i>	40
2.10.3. <i>Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental</i>	41
2.10.4. <i>Conducción del experimento</i>	42
2.11. Diseño experimental y análisis estadístico	42
CAPÍTULO III.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. Variables de rendimiento.....	43
3.1.1. <i>Altura de planta</i>	43
3.1.2. <i>Altura de planta a la mazorca</i>	45
3.1.3. <i>Longitud de mazorca</i>	46
3.1.4. <i>Diámetro de mazorca</i>	48
3.1.5. <i>Peso de 1000 semillas</i>	49
3.1.6. <i>Rendimiento de grano al 14 % de humedad</i>	51
3.2. Medidas descriptivas del maíz grano al 14 % de humedad.....	53
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Rango de temperaturas en el cultivo de maíz amarillo duro</i>	22
Tabla 1.2 <i>Época de siembra del maíz en la región San Martín</i>	24
Tabla 1.3 <i>Época de siembra del maíz en la región San Martín</i>	26
Tabla 1.4 <i>Nivel de fertilización del maíz en la región San Martín</i>	28
Tabla 2.1 <i>Resultados del análisis físico- químico del suelo experimental. Pichari 561 msnm</i>	33
Tabla 2.2 <i>Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2024, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)</i>	34
Tabla 2.3 <i>Matriz de operacionalización de variables en estudio</i>	35
Tabla 2.4 <i>Tratamiento de la investigación</i>	41
Tabla 3.1 <i>Análisis de variancia de la altura de planta de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024...</i>	43
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024...</i>	45
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia de la longitud de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024...</i>	46
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia del diámetro de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024...</i>	48
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024...</i>	49
Tabla 3.6 <i>Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14% de humedad por efecto de los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024</i>	51
Tabla 3.7 <i>Medidas descriptivas de las variables relacionadas al rendimiento, Índice de prolificidad, número, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de maíz duro. Pichari 561 msnm</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación política del trabajo de investigación – EPIAF-PICHARI.....</i>	32
Figura 2.2 <i>Diagrama Ombrotérmico de precipitación vs temperatura 2024.....</i>	34
Figura 2.3 <i>Esquema de campo experimental.....</i>	41
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.....</i>	44
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.....</i>	45
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en el maíz amarillo duro por los tipos labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco.....</i>	47
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro de mazorca en cultivo limpio en cada tipo de labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.....</i>	48
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en el maíz amarillo duro por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.....</i>	50
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del Rendimiento de grano al 14 % de humedad por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.....</i>	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	61
Anexo 2. Registro de datos, análisis estadístico con el software infostat	70
Anexo 3. Análisis de suelo de la parcela experimental	77

RESUMEN

El experimento se condujo en el terreno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Sede Pichari de la UNSCH, ubicado en la ciudad de Pichari, provincia La Convención, Región Cusco, con el objetivo de evaluar el efecto de la labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido y evaluar el efecto de la cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido. La conducción del experimento se realizó bajo la estación de lluvia y las labores del manejo agronómico de la labranza y cubierta vegetal muerto fueron oportunas. Los resultados encontrados fueron: En la altura de planta se observa en forma independiente alcanza una altura de 2.74 m con la labranza en franja. En la longitud y diámetro de mazorca también se observa un mayor valor con este mismo tipo de labranza obteniendo 17 cm y 4.70 cm respectivamente. En el peso de 1 000 semilla la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza con un valor de 371.47 g, esto con cualquier tipo de cobertura vegetal. En el rendimiento de grano al 14 % de humedad, muestra a la labranza en franja como el mejor tratamiento con un valor de 5 324.12 kg ha⁻¹. También observamos que la parcela sin cubierta (limpio) supera a la parcela con cubierta muerta con un valor de 4 275.88. En las medidas descriptivas los tratamientos sin cobertura, pero limpias de maleza y en labranza en fajas se comportan con mayor índice de desgrane, y mayor índice de prolificidad con valores de 0.84 y 1.6 respectivamente.

Palabra clave: Labranza, Cubierta vegetal, Franja.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2021), señala que el maíz (*Zea mays* L.) es “uno de los principales cereales del mundo. Su volumen de producción se sitúa por delante del arroz y el trigo. Esto se debe a su alto contenido en almidones, lo que le convierte en fuente de energía por excelencia” (p. 6).

En el Perú, el maíz amarillo duro tiene gran importancia porque es el insumo primordial para la “industria procesadora de alimentos balanceados para animales y aves, sobre todo de la industria avícola. No obstante, en los últimos años, ha decrecido su participación en la generación del valor bruto de producción de la actividad agrícola” (INIA, 2021, p. 6).

Es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y el principal cultivo de los enlaces de la cadena agroalimentaria del país, porque constituye el insumo más importante para la elaboración de alimentos balanceados por poseer alto valor nutritivo y carotenos para la producción de carne de aves y cerdo (Hidalgo, 2013). Sin embargo, la producción está asociada a la agricultura tradicional, ocasionando gasto de energía fósil, que genera incremento de los costos de producción, desequilibrio ambiental y deterioro de los recursos naturales y principalmente del suelo.

Considerando que la práctica de labranza conservacionista y la aplicación de la cobertura muerta, forma parte del manejo integrado del suelo, agua, recursos biológicos disponibles, y en otros factores que intervienen en la producción agrícola, que conlleva a la conservación de la estructura del suelo y así evitar la erosión y la degradación del suelo agrícola, sin embargo, aún se desconoce el comportamiento del cultivar de maíz amarillo duro variedad INIA 619 – Megahíbrido bajo las condiciones del ecosistema de Pichari, por lo que se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general

Conocer la influencia de la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido.
2. Evaluar el efecto de la cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

García et al. (2018), en el trabajo de investigación “evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un Inceptisol”, de Villanueva, departamento del Casanare, Oriente de Colombia, se estudió el:

Impacto de tres sistemas de labranza: labranza reducida, siembra directa y labranza de conservación, en dos épocas, antes de preparación y a dos meses de siembra de maíz, encontraron que la densidad aparente (D_a) resultó ser mayor en labranza reducida (1.52 g por cm^3) en antes de preparación del suelo. Mientras con labranza de conservación, se logró densidad aparente (D_a) baja en los dos períodos (1.27 g por cm^3). La porosidad (ρ) resultó mejor con labranza de conservación. La siembra directa, generó mayor contenido de materia orgánica (MOS) en a dos meses de siembra de maíz. Asimismo, la labranza de conservación, reportó mayor UFCs de bacterias y hongos, en relación a los otros dos sistemas de labranza. (p. 16)

Saldaña (2014) comparó “tres tipos de cobertura vegetal y su efecto sobre las características de un suelo degradado, para lo cual utilizó:

Tres especies de leguminosas y un testigo (sin cobertura), cuyos resultados indican que: a) la característica física del suelo, mostró importante mejora con la siembra de cobertura con Desmodium y Centrosema, quienes aportaron mayor cantidad de materia verde; b) con la incorporación de siembra de cobertura con Desmodium y Centrosema, mejora la composición química del suelo; c) en cuanto al pH, el mejor resultado se tuvo con la siembra de cobertura con Centrosema, bajando el acidez de 4,01 a 4,6; d) en cuanto a la conductividad eléctrica (C.E), no presenta salinidad; e) el contenido de materia orgánica (M.O), se obtuvo mejor resultado con siembra de cobertura con Kudzu, incrementando de 1,02 a 1,32%; f) el

contenido de fósforo (P) mejoró con la siembra de cobertura con Centrosema, aumentando de 1,2 a 3,5 ppm; y g) la presencia del potasio (K) tuvo el mejor resultado con la siembra de cobertura con kudzu, aumentando de 65 a 82 ppm. (p. 51)

Gálvez (2021) en el trabajo de investigación “agricultura de conservación en la producción de arveja *Pisum sativum* L. grano en verde, Ayacucho, 2016, con el objetivo de:

Conocer la influencia de prácticas de agricultura de conservación, en la producción de “arveja” en grano verde, encontró la mejor respuesta con la práctica labranza en franjas para las variables número de plantas, altura de planta, número de vainas por planta y rendimiento de vaina en verde, logrando 261,111.11 plantas ha^{-1} , 156.48 cm, 7.42 vainas y 3,894.90 kg ha^{-1} , respectivamente; con la práctica labranza cero, halló respuesta sobresaliente en acumulación de materia seca con 32.92%; y con la labranza reducida en índice de cosecha con 51.02%. Mientras, con cobertura con brozas de leguminosa, tiene mejor resultado para número de plantas, rendimiento de vaina verde e índice de cosecha, con 243 518.52 plantas ha^{-1} , 3 366.25 kg ha^{-1} , y 48.11%, en orden; también sin cobertura, reporta mejor resultado para altura de planta, número de vainas por planta y materia seca, con 152.18 cm, 6.97 vainas, 30.74%, respectivamente. (p. 1)

Poma (2020), estudió el efecto de la “labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco”, con los objetivos de:

Evaluar el impacto de tres tipos de prácticas de labranza conservacionista en el rendimiento del maíz amarillo duro, valorar la influencia de tres formas de mulch en el rendimiento del maíz amarillo duro, y evaluar el comportamiento productivo del maíz amarillo duro, relacionado con las prácticas de labranza conservacionista y mulch. Se empleó el diseño experimental bloque completo randomizado (DBCR), con tres tipos de labranza conservacionista y tres formas de aplicación de mulch con tres repeticiones (3L x 3M). Los resultados demostraron que la práctica de labranza mínima individual en las tres formas de aplicación del mulch, significativamente, tienen mejores respuestas en la producción de maíz amarillo duro, en la altura de planta con 3.67 m, peso del grano por mazorca con 171.7 g,

longitud de la mazorca con 16.53 cm y el rendimiento de grano con 4,345.33 kg.ha⁻¹; asimismo la labranza cero, indistintamente de las formas de aplicación del mulch, en relación a la labranza mínima en franja, logró mejores valores productivos, para los mismos parámetros evaluados. Las formas de aplicación de mulch, no tuvo las respuestas en todos los parámetros productivos evaluados en la producción de maíz amarillo duro. El comportamiento productivo del maíz amarillo duro tuvo relación tangible con la aplicación de las prácticas de labranza conservacionista y aplicación de mulch. (p. 1)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Labranza conservacionista

Benites (2013), respecto al origen de la agricultura de conservación manifiesta que, en nuestro país, a partir de la:

Época Pre-Inca se ha practicado la agricultura de conservación, en la que se utilizaban como implementos la kasuna, el allachu, la chakitacllia, el kituchi, y otros para una siembra directa sin remoción del suelo y con el mantenimiento de una cobertura vegetal protectora del suelo. Estos agricultores amaban sin duda la naturaleza evitando la erosión y ya hacían uso de sistema del riego por gravedad, conduciendo el agua mediante canales especiales. Pero desde 1530, con la colonización, se introdujo una agricultura con conceptos y principios no aptos para el clima tropical del país basada en araduras intensivas con arados de reja y/o vertedera, algunos aperos complementarios, y el empleo de tracción animal como fuerza motriz.

Edward Faulkner publicó en 1943, un libro titulado “La insensatez del labrador: una buena razón para adoptar la cero labranza y sus efectos beneficios sobre el suelo y el ambiente”. Al mismo tiempo, una idea similar de cultivar sin labranza, se desarrolló en Japón por Masanobu Fukuoka, “La Revolución de Rastrojos”. Fukuoka todavía continúa enseñando sus principios que están completamente en línea con AC.

Estados Unidos de América en la década de 1930, después de las tormentas de polvo producidas por la excesiva labranza convencional y por una prolongada sequía, se inició la búsqueda de una alternativa al cultivo convencional. Se introdujeron sistemas de labranza de conservación, con una protección de la

superficie del suelo con los residuos de las cosechas, en una proporción de cerca 30% de cobertura.

En diciembre de 1970, debido a la disponibilidad comercial de herbicidas y en especial de equipos de labranza cero (muy pesados), la siembra directa se vuelve una opción comercial para cultivar con las limitaciones indicadas al inicio de siembra directa sin cobertura y en monocultivo. Los movimientos principales en estos años, tienen lugar en los EE.UU. y en Brasil (promovidos por la compañía británica ICI). En ese periodo FAO y GTZ apoyan los trabajos de la investigación intensiva sobre los conceptos y principios de AC en América del Sur. Como resultado, la agricultura cero labranzas se desarrolla y perfecciona en Brasil, convirtiéndose en “Plantio Direto na Palha”, que involucra los tres elementos claves de AC: la labranza cero que no altera el suelo de forma mecánica; siembra directa; cuidadoso manejo de residuos y el uso de cobertura o rotación de cultivos para mantener permanentemente el suelo cubierto, con una selección juiciosa de rotaciones de cultivos. También en esa década aparecen los primeros agricultores pioneros practicantes de AC en Brasil (Bartz, Pereira), Chile (Crovetto) y también en Zimbaboe (Oldreive). (p. 36-37)

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002), señala que:

En la agricultura convencional, la labranza del suelo es considerada una de las operaciones más importantes para crear una estructura favorable del suelo, preparar la cama de las semillas y controlar las malezas. Pero los implementos mecánicos, especialmente aquellos arrastrados por los tractores destruyen la estructura del suelo al reducir el tamaño de los agregados; actualmente, los métodos de labranza convencional son la mayor causa de pérdida del suelo y de desertificación en muchos países en desarrollo. La erosión del suelo inducida por la labranza puede llegar a generar pérdidas de suelo de más de 150 t/ha anuales y la erosión del suelo, acelerada por el viento y el agua, es responsable del 40 por ciento de la degradación universal de la tierra. (p. 2)

Según la FAO (s.f.), las “prácticas de labranza de conservación dejan algunos residuos de cultivos sobre la superficie, lo cual incrementa la infiltración del agua y reduce

la erosión. Estas prácticas se usan en la agricultura convencional para reducir la erosión en suelos desnudos” (p. 2).

Según el Proyecto Lupe (1987), “la labranza de conservación, es reducir o descartar la aplicación de la labranza, con la finalidad de mantener el agua y el suelo. Se distinguen tres tipos de labranza de conservación: labranza cero, mínima continua y mínima individual” (p. 9).

1.2.2. Tipos de labranza conservacionista

a. Labranza cero

Según el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMCHCS, 2004), la labranza cero es:

El sistema en el que la labranza queda reducida a la imprescindible para la siembra, la cual, se realiza sobre el rastrojo del cultivo anterior. En un terreno que no se labra durante muchos años, los residuos de la cosecha permanecen en la superficie y producen una capa de cobertura vegetal. Esta capa protege el suelo del impacto físico de la lluvia y el viento, además estabiliza la humedad y la temperatura del suelo en los estratos superficiales.

Así esta zona se vuelve un hábitat para múltiples organismos, los cuales procesan la materia orgánica, mezclándola e incorporándola y la descomponen hasta su forma coloidal en humus. La materia orgánica coloidal contribuye a la formación y estabilización física-química de la estructura del suelo (lo cual produce agregados muy estables, una gran porosidad con macro poros interrumpidos llevándolos directamente de la superficie al subsuelo y permitiendo la rápida infiltración de agua en caso de lluvias abundantes). (p. 585)

b. Labranza mínima

Según el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMCHCS, 2004), la labranza mínima es:

Una práctica de preparación del suelo que buscan reducir al mínimo la pérdida del estado estructural del suelo y, por tanto, la erosión hídrica. Conocida también como labranza de conservación o labranza reducida, la siembra es directa en el espacio donde se roturó. En terrenos en ladera, esta práctica consiste en trazar curvas a nivel, a las distancias que requieren las hileras del cultivo a instalarse.

Luego, el suelo se remueve sólo sobre esas líneas trazadas, para luego mezclarlo con abono orgánico y sembrar en ella. También, se entiende como la labranza en que se emplea maquinaria, que realiza varias labores al mismo tiempo (aradura, gradeo y surcado), de modo de reducir al mínimo el pasaje de la misma. (p. 585)

b.1. Labranza mínima individual

Baker et al. (2008), respecto a la práctica de labranza mínima individual relata, que consiste en:

Limitar la labranza general del suelo al mínimo posible para el establecimiento de un cultivo y/o controlar las malezas o fertilizar. Esta práctica se ubica entre la labranza cero y la labranza convencional. La práctica moderna enfatiza la cantidad de retención de residuos como un objetivo importante de la labranza mínima o reducida. (p. 4)

b.2. Labranza mínima en franja

Baker et al. (2008), respecto a la práctica de labranza mínima en franja, describe, que consiste en:

Labrar una faja estrecha con abre surcos de modo que la semilla caiga en una faja de tierra labrada y la tierra entre las fajas permanece indisturbada. También se refiere a la labranza en contorno de fajas de 100 o más metros de ancho separadas por amplias fajas sin labrar, como una medida de control de la erosión basada en la labranza. (p. 4)

1.3. Funciones y beneficios de labranza conservacionista

a. Funciones

Según PRONAMACHCS (2004) la labranza conservacionista desempeña las siguientes funciones:

- Reduce al mínimo el deterioro de los agregados del suelo por el paso de implementos agrícolas manuales o mecánicos.;
- Evita la compactación del suelo y la formación de estratos densos;
- Mejora la capacidad de infiltración del agua en el suelo;
- Reduce la erosión hídrica del suelo;
- Detiene la pérdida de humedad al mantener la cobertura de residuos vegetales;
- Permite el reciclaje de la materia orgánica (barbecho);

Incrementa la materia orgánica del suelo;
Reduce la alteración y exposición del suelo. (p. 587)

b. Beneficios

Según Baker et al. (2008) la labranza conservacionista proporciona algunos beneficios más importantes, que a continuación se detalla:

Mejoramiento económico de la producción agrícola;
Incremento de la materia orgánica del suelo;
Mejoramiento de la calidad del suelo;
Reducción de los requerimientos de mano de obra;
Menores costos de maquinaria;
Menor consumo de combustibles fósiles;
Menor escorrentía y más disponibilidad de agua para las plantas;
Reducción de la erosión del suelo;
Incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas;
Mejoramiento del ambiente a nivel global. (p. 24)

1.3.1. Ventajas y desventajas de labranza conservacionista

a. Ventajas

Según PRONAMACHCS (2004) la labranza conservacionista tiene las siguientes ventajas:

Evita sustancialmente la remoción del suelo y disminuye los costos de su preparación; elimina labores innecesarias y ahorra tiempo;
Aumentar la capacidad de infiltración del suelo y reduce la evaporación debido a que disminuye significativamente la capilaridad;
Requiere de poca mano de obra y permite producir con menores gastos fijos, haciendo su explotación más competitiva;
Reduce la erosión hídrica por la mayor estabilidad de los agregados del suelo;
Tiene un impacto favorable al medioambiente, contribuye a mejorar la biodiversidad del suelo y disminuye las emisiones del CO₂ a la atmósfera;
Mantiene la cobertura natural del suelo que ayuda a sostener suelos sueltos y porosos a y producir más materia orgánica. (p. 587)

b. Desventajas

Según PRONAMACHCS (2004) la labranza conservacionista tiene las siguientes desventajas:

Los residuos de la superficie pueden influir sobre las plagas y enfermedades de las plantas de varias maneras, generando un hábitat de supervivencia, crecimiento y multiplicación de los patógenos de plantas, en particular hongos y bacterias.

El éxito del sistema depende de las características del suelo y de la forma en que se controlen las malezas, plagas y enfermedades. (p. 588)

1.3.2. Cobertura vegetal

La agricultura de conservación, promueve la “producción sostenible del sistema de cultivos en base al fortalecimiento de los procesos naturales del suelo y a través de la utilización de prácticas agronómicas que alteren lo menos posible su composición, estructura y biodiversidad evitando su erosión” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2006, como se cita en Mamani et al., 2015, p. 68)

La cobertura vegetal, “se refiere a los restos vegetales que se deja sobre la superficie del suelo, y que posteriormente entra en descomposición, al cual se conoce como cobertura muerta” (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos [PRONAMACHCS], 2004, p.580). Desde el punto de vista de Hernández et al. (2008), la cobertura “es preservar el suelo agrícola utilizando restos de vegetales contra la lluvia, viento, radiación solar y temperaturas exageras, así como mantener la vida activa del suelo” (p. 6). Según el Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, s.f.), la cobertura vegetal consiste en “mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo agrícola, al igual que las condiciones microclimas del horizonte superficial del suelo, coadyuvando en su capacidad productiva” (p. 4). Desde la posición del PRONAMACHCS (2004), la cobertura muerta “consiste en cubrir el suelo, utilizando residuos vegetales con la finalidad de evitar la erosión causada por los impactos directos de las gotas agua de lluvia”. (p. 580)

En relación a la aplicación de la práctica de la cobertura muerta en agricultura de conservación, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002), señala que:

Consiste en colocar sobre la superficie del suelo, vegetaciones muertas que pueden ser sembrados con tal propósito o pueden ser restos de cosechas, así como residuos de malezas. “Es la biomasa producida por el sistema agrícola y se mantiene sobre la superficie del suelo que sirve como protección física del mismo y como sustrato de la biota del suelo. (p.3)

Para el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2015), la aplicación de la cobertura muerta es:

Una práctica importante en el manejo agronómico de cualquier cultivo, especialmente de hortalizas, ya que normalmente son áreas pequeñas establecidas en suelos áridos, arenosos y con problemas de escasez de agua. Esta práctica consiste en esparcir zacate seco, hojarasca o residuos de cosecha sobre camellones y calles, con el objetivo de proteger al suelo de la erosión y al cultivo, del salpique. Esta acción favorece el proceso de reciclaje de la materia vegetal que en algunos lugares no es debidamente utilizada. (p. 1)

Según Verhulst et al. (2015), el objetivo de mantener gran cantidad de residuos vegetales en la superficie del suelo es para “proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica, reducir los escurrimientos y evaporación de agua, mejorar la productividad del agua, mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, para una productividad sustentable a largo plazo” (p. 1)

1.3.3. Funciones y beneficios de la cobertura vegetal

Desde el punto de vista de PRONAMACHCS (2004) la cobertura muerta desempeña las siguientes funciones:

Mantiene el suelo protegiendo contra el golpe directo de las gotas de la precipitación pluvial y reduce la rapidez de la escorrentía superficial del agua, hecho que disminuye su capacidad erosiva del suelo hasta un 50% de erosión;
Minimiza las fluctuaciones de la temperatura del suelo; evitando que el suelo se caliente durante el día, así como el enfrié durante las noches;
Actúa como agente termorregulador que beneficia en el aumento de los microorganismos del suelo, tanto flora y fauna;
Resguarda al suelo del efecto directo de las radiaciones del sol, minimizando la evaporación y conservando el contenido de agua del suelo;

Minimiza el peligro de desecamiento porque mejora la filtración del agua y en consecuencia incrementa la humedad. (p. 580)

En relación a los beneficios que tiene la cobertura muerta, Raudes y Sagastume (2009) menciona que la:

Cobertura vegetal protege el suelo contra el golpe de las gotas de lluvia y el arrastre del agua de escorrentía. También aumenta la infiltración del agua en el suelo porque, bajo la protección de la cobertura, éste no pierde su buena estructuración por la compactación. Prácticas: capa de material vegetal muerto (rastrojo o mulch), siembra de abono verde, agroforestería, labranza mínima, siembras en contorno. (p. 54)

1.3.4. Ventajas y desventajas de la cobertura vegetal

Desde el punto de vista de PRONAMACHCS (2004) la cobertura muerta tiene las siguientes ventajas:

Proporciona un suministro lento y constante de materia orgánica para sustituir la que se pierde por proceso de descomposición por acción microbiana en el suelo;
Mejora la estructura del suelo y la actividad microbiana que contribuye a incrementar la fertilidad del suelo;
Mantiene bajo sombra la superficie del suelo, permitiendo mayor actividad de lombrices de tierra y microorganismos, manteniendo dinámico y poroso el suelo;
Regula la humedad y la temperatura reduciendo la evapotranspiración. Mantiene la humedad uniforme en la zona de las raíces, sin grandes cambios entre el día y la noche y días de lluvia y sol;
Inhibe la germinación y el desarrollo de las malezas. Asimismo, por este motivo permite el ahorro de la mano de obra para realizar esta labor. (p. 580)

Según señala PRONAMACHCS (2004) la cobertura muerta tiene las siguientes desventajas:

Requieren grandes cantidades de residuos orgánicos (2 a 5 t. ha⁻¹) para mantener debidamente el suelo cubierto, por eso se recomienda la aplicación en áreas pequeñas de cultivo.

Es escaso y usado como alimento para el ganado y/o combustible.

Disminuye la disponibilidad de forraje para el ganado.

Susceptibilidad a la quema y dificulta las labores de labranza.

El uso de material contaminado puede originar la presencia de plagas y enfermedades.

La temperatura y humedad debajo de la cobertura o mulch pueden dar lugar a que la germinación de las semillas de malezas sea más rápida que las del cultivo, que puede ser en detrimento del establecimiento del cultivo y bajar su productividad.

La cobertura del suelo con rastrojos plantea dos problemas: su costo, que puede ser alto, y su dudosa eficacia en terrenos de pendientes escarpadas cuando se utiliza como única práctica conservacionista. (p. 581)

1.4. Cultivo de maíz

Tapia y Fries (2007), señalan “es ampliamente aceptado que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala) y que los Andes centrales son el segundo centro de diversificación” (p. 6)

Bonavia (1991) y Poelhman (1983, como se cita en Torres, 2018), respecto al origen del cultivo de maíz sostiene dos puntos de vista opuestas, que son:

Una primera, habla del origen de México - Centroamérica donde se hallaron granos de maíz y fragmentos de mazorcas, un origen más remoto aún es el que se atribuye a los granos restos de polen fósil encontrados en México con una antigüedad de 80,000 años y que ha sido identificado como maíz silvestre. En segundo lugar, indica que el origen es el Perú, Ecuador y Bolivia, coincidiendo con Grobman quien postula también tal posición. En efecto, en los estratos arqueológicos mexicanos se había encontrado primero maíz silvestre y luego maíz doméstico y con una antigüedad considerablemente mayor que la de los hallazgos andinos.

Los hallazgos tanto en las tierras altas como en la costa peruana, han despejado las dudas y hoy tenemos la evidencia de encontrar una gran diversidad de maíces y colores que presentan en el pericarpio conocido a nivel mundial, que se halla en los altiplanos peruanos como en el departamento de Ancash.

El maíz es una planta andina por excelencia, ya que en el Perú se encuentra en sus 24 departamentos y reúne las condiciones geográficas más variadas y extremas; sin embargo, no hay uno de estos departamentos que no tenga cultivo de maíz.

El maíz tiene una antigüedad que oscila entre 6,000 y 4,000 años A. c., mientras que en la costa tiene entre 4,000 y 3,000 años A. c. El maíz mexicano tiene 5,000 años de antigüedad. Pues bien, se acepta la fecha de 6,000 años para el maíz serrano peruano y ésta se convierte en el más antiguo de América, si se acepta la fecha de 4,000 años, sería el más antiguo del área andina y los separarían mil años de los especímenes mexicanos, pero estos pertenecen a las plantas silvestres mientras que el maíz andino es doméstico, lo que lo convierte de hecho en el maíz más antiguo de América. (pp. 5-6)

Respecto a los grupos de maíces, Manrique (1997, como se cita en Tapia y Fries, 2007) manifiesta que existen ocho grupos de maíces:

- Maíz tunicado, *Zea mays* tunicata, raras veces presente en el Perú o Bolivia.
- Maíz reventón, *Zea mays* everta, es conocido como maíz pop; en el Perú se le denomina Confite morocho, Confite puneño y Confite puntiagudo.
- Maíz cristalino, *Zea mays* indurata, de granos traslúcidos muy duros, se conoce como maíz perla.
- Maíz amiláceo, *Zea mays* amiláceo, de grano suave, pertenece a las razas Mochero, Alazan, Huayleño, Blanco de Cusco, San Gerónimo, Piricinco, se consume en forma de choclo fresco y de grano seco en múltiples formas.
- Maíz dentado, *Zea mays* indentata, de granos en forma de diente.
- Maíz dulce, *Zea mays* saccharata, de granos dulces y arrugados; a este grupo pertenece el maíz Chullpi que es utilizado para cancha.
- Maíz ceroso, *Zea mays* ceratina, con granos de aspecto ceroso.
- Maíz morocho, *Zea mays* morocho, de granos de color oscuro, es muy común en la sierra a los 3 000 m. (p. 70)

1.4.1. Clasificación taxonómica del maíz

Según Poehlman (1965, como se cita en Dávalos, 2017), el maíz está ubicado “dentro de la familia: Graminácea y en la tribu Maydeae o Tripsaceae. El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays* L., además tiene dos parientes cercanos que son el *Tripsacum* y el Teosinte” (p. 4)

Fernández (2009, como se cita en Dávalos, 2017), acerca la clasificación taxonómica manifiesta que:

Sistemáticamente, el maíz, según la nomenclatura ofrecida por Linneo en 1737 en su libro “Genera Plantarum”, se designa como *Zea mays* L., pertenece a la familia Poacea

Reino : Vegetal (Plantae)
División : Angiospermae (Magnoliophita)
Subdivisión : Pterapsidae
Clase : Liliopsida
Subclase : Monocotiledóneas
Orden : Poales
Familia : Poacea
Subfamilia : Panicoideae
Tribu : Maydeae (Andropogoneae)
Género : *Zea*
Especie : *Zea mays* L. (p. 4)

1.4.2. Características botánicas del maíz

“El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, precoces con alrededor de 80 días, hasta las más tardías con 200 días” (De la Cruz, como se cita en Torres, 2019, p. 7).

Torres (2018) señala “que la planta de maíz es una gramínea monoica anual que, en un periodo muy corto, tres a siete meses, puede transformar diferentes elementos en sustancias complejas de reserva, azúcar, almidón, proteína, aceite, vitaminas, etc. localizados en el grano” (p. 6)

a. Raíz

Kiesselbach (1949, como se cita en Dávalos, 2017), respecto al desarrollo del sistema radicular, señala que “consiste de dos sistemas de raíces: raíces seminales cuyo origen está presente en el embrión y raíces adventicias que se originan del tallo después de la germinación. Estos sistemas radicales son llamados temporario y permanente respectivamente” (p. 5)

Respecto al sistema radicular del maíz, Parson (1981, como se cita en Mendieta, 2015), menciona que:

El maíz posee un sistema radicular representado por 3 tipos de raíces fasciculada y muy extenso: Las raíces seminal o principal emitidas por el embrión, suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas. Las raíces de sostén o soporte, se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo, favorecen una mayor estabilidad y disminuyendo problemas de acame, estas realizan la fotosíntesis Las raíces aéreas o adventicias que nacen en el último lugar que darán mayor estabilidad a la planta, también son favorables por aumentar la eficiencia del aprovechamiento del agua y nutrientes del suelo. (p. 7)

Manrique (1999, como se cita en Torres, 2018), respecto al origen de la raíz señala que:

Se origina en la radícula del embrión, a partir del punto de crecimiento del hipocotilo, luego de la salida del coleoptilo por alargamiento del mesocotilo a los ocho días, en las coronas y en los nudos, superpuestos en la base del tallo se inicia el desarrollo de los primordios radícula res adventicios que formarán el sistema radicular fibroso definitivo. (p. 7)

b. Tallo

Lazo (1999, como se cita en Torres, 2018) indica “que, el tallo es erecto, de longitud elevada puede alcanzar los cuatro metros de altura, robusto y sin ramificaciones” (p. 7)

En relación al tallo del maíz, Llanos (1984, como se cita en Mendieta, 2015), menciona que:

El tallo es leñoso y cilíndrico, formado por catorce entrenudos separados por nudos distantes los entrenudos cerca al suelo son cortos de la cual nacen las raíces aéreas.

El grosor de los entrenudos inferiores es de mayor diámetro que de los superiores, su sección es circular, pero desde que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, se va haciendo más delgada y circular hasta llegar a la panícula de la inflorescencia masculina. (pp. 7-8)

c. Hoja

Puma (1998, como se cita en Torres, 2018) las hojas del maíz “son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes” (p. 8)

Respecto al número de hojas del cultivo, Llanos (1984, como se cita en Mendieta, 2015), señala que:

En promedio cada tallo lleva de 8 a 25 hojas alargadas y angostas con una venación paralelinerve y constituida por una vaina cilíndrica abrazada al entrenudo (4 a 10 cm, de ancho y 35 a 50 cm. de longitud, borde áspero, ciliado y algo ondulado).

Manrique (1997, como se cita en Dávalos, 2017), respecto a la morfología de la hoja del maíz señala que:

Generalmente, son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y el limbo, con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central. El crecimiento de la hoja se realiza en la punta, quedando siempre la parte más vieja en la base. En la vaina, el crecimiento se efectúa en la parte superior. En el interior de las hojas solo hay parénquima esponjoso y los haces vasculares. En las hojas, las estomas se encuentran colocados en hileras paralelas a las nervaduras y están formados por dos células estomales. (pp. 5-6)

d. Inflorescencia

Parson (1981, como se cita en Mendieta, 2017), señala que el maíz es “una planta monoica, las flores masculinas están representadas por la panícula (penachos) terminal, y las femeninas se reúnen en flores pistiladas que son las mazorcas, que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta” (p. 9)

Del mismo modo Llanos (1984, como se cita en Mendieta, 2017), señala que el maíz es una:

Planta monoica por presentar tanto las flores masculinas y femeninas en la misma planta, las flores masculinas tienen 6 a 8 mm, de longitud estas salen por parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situadas en el extremo superior del tallo, cada flor masculina tiene 3 estambres largamente filamentosos. Las espículas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral

gruesa de forma cilíndrica y están cubiertas por brácteas foliadas, sus estilos sobresalen de las brácteas alcanzando una longitud de 12 a 20 cm, formando un conjunto de una cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca que se le conoce como cabello de elote o barba. (p. 8)

e. Fruto

Manrique (1997, como se cita en Torres, 2018) señala “que los granos están cubiertos por la cutícula y el pericarpio que forma una envoltura delgada y seca de origen maternal” (p. 10)

Del mismo modo, Parsons (1981, como se cita en Torres, 2018), respecto al fruto del maíz, manifiesta que:

Los botánicos lo llaman cariósido, los agricultores, semilla y comúnmente se conoce como grano de maíz, biológicamente es el ovario desarrollado y la semilla es el ovulo fecundado desarrollado y maduro. El fruto se encuentra insertado en el caqui u olote constituyendo hileras de granos cuyo conjunto forma la mazorca. El grano de maíz está formado por las siguientes partes: pericarpio, endospermo y embrión. (p.10)

Llanos (1984, como se cita en Mendieta, 2017), respecto al fruto del maíz señala que:

Cada flor femenina, si es fecundada en su momento, dará lugar al fruto cariósido (fruto seco indehisciente) que representa formas y composiciones diversas, conformado por el pericarpio 6% con tiene una buena cantidad de almidón, que puede presentarse tierno y harinoso con endospermo 80% y el embrión o germen 11% o bien duro y vítreo los frutos se encuentran agrupados formando hileras alrededor de un eje grueso o coronta. (p. 9)

1.4.3. Características del maíz amarillo duro Variedad INIA 619

En relación variedad INIA 619 – Megahíbrido, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2012), señala que:

Está formado por dos líneas tropicales con alto nivel de endogamia provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) - México. Se desarrolló en la Estación Experimental Agraria Vista Florida - Chiclayo del INIA a partir del año 2006 hasta el 2009. El mantenimiento de las líneas se realiza

en un núcleo de semilla genética formado por 50 mazorcas representativas. Tiene buena adaptación en la costa, también, se adapta en la selva peruana. (p. 1)

Respecto a las características morfológicas, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2012), señala que tiene:

Altura de planta	: 230 cm + 10
Altura de mazorca	: 102 cm + 5 cm
Forma de mazorca	: Cilindro cónica
Número de hileras	: 16 (promedio)
Disposición de las hileras	: Rectas
Longitud de mazorca	: 22 cm + 2 cm
Diámetro de mazorca	: 7 cm
Peso de mazorca	: 310 g + 2 g
Número de mazorca/planta	: 1,2
Color del raquis (tuza)	: Blanco
Número de granos/hilera	: 40
Peso del grano/mazorca	: 230 g
Peso de 1 000 granos	: 404 g
Color del grano	: Amarillo oscuro
Textura del grano	: Cristalino
Longitud del grano	: 15 mm
Ancho del grano	: 8 mm
Espesor del grano	: 5 mm. (p. 1)

Respecto a las características agronómicas, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2012), señala: “Días a la floración: 60 a 70 días en verano; 75 a 90 días en invierno, período vegetativo: 140 a 150 días en verano 160 a 170 días en invierno, cantidad de semilla: 22 a 25 kg/hectárea” (p. 1)

En relación al rendimiento de grano, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2012), señala que en: ensayos de adaptación: 10 a 14 t. ha⁻¹, parcelas de comprobación de verano: 9.5 a 13 t. ha⁻¹, y parcelas de comprobación de invierno: 10.6 a 12 t. ha⁻¹” (p. 1).

1.4.4. Importancia del maíz amarillo duro

El Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES, 2008), respecto a la importancia del maíz amarillo duro, señala que es:

Uno de los cultivos más importantes del Perú. Con 283,000 hectáreas cultivadas en 2007, es el segundo en extensión a nivel nacional, después del arroz. Se siembra mayormente en la costa y la selva, siendo Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima y San Martín los principales departamentos productores, que, en conjunto, representan el 55% de área cultivada. Destaca en especial el departamento selvático de San Martín, que cubre aproximadamente el 25% de la extensión sembrada.

De acuerdo con el informe “Costos de producción y rentabilidad del maíz amarillo”. Publicado por la Dirección General de información Agraria del Ministerio de Agricultura (DGIA) el segundo semestre de 2008, el costo de los fertilizantes (empleados con un nivel tecnológico intermedio) representa entre el 40% y 42% del costo total de producción del cultivo. Para realizar el cálculo se estimaron los precios que se alcanzarían en el periodo de cosecha/comercialización de este grano (diciembre 2008-enero 2009), que estarían en un rango de S/.0.45 a S/.0.66 x kg. También se tomó en cuenta la proyección de los costos de producción, los rendimientos y, finalmente, los precios. (p. 2)

Asimismo, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2011), manifiesta que en el:

Año 2010, la demanda nacional fue de 3'175,581 t, de las cuales se importaron 1'896,428 (59,72 %) y se produjeron 1'279,153 (40,28 %) en 295,094 ha con rendimiento promedio de 4,3 t/ha. En la costa se sembró el 44,03 % (129,940 ha) de la superficie nacional dedicada al cultivo del maíz con 5,7 t/ha de rendimiento promedio y el 55,97 % (165,154 ha) se sembró en la selva; con rendimiento promedio de 3,0 t/ha. (p. 1)

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018), señala que la producción nacional para el:

Año 2017 fue 1'249,600 toneladas. La región Ica es el principal productor con 223,834 toneladas, con participación de 17,9%; seguida por Lima con 178,830 toneladas (14,3%), Ancash con 138,139 toneladas (11,1%), La Libertad con 138

086 toneladas (11,1%) y Loreto con 110,878 toneladas (8,9%); estas cinco (05) regiones concentran el 63,2% de la producción nacional. (p. 1)

Respecto a la rentabilidad por zonas de producción CEPES (2008), manifiesta que en el caso de la:

Costa, el estudio estimó una tasa de rentabilidad de entre 30% y 98%, con Lima y La Libertad como las zonas productoras con más alta rentabilidad (94%) y rendimientos de entre 12,000 a 14,000 kg/ha. Para la selva, léase San Martín, se estimó una tasa de pérdida de (- 6.4%). Esto se debería, en parte, a que pese a tratarse del departamento con la mayor superficie sembrada de maíz amarillo duro, se observan bajos rendimientos debido a factores como mala calidad de suelos, limitada utilización y/o calidad de insumos, así como falta de asistencia técnica. En términos generales, la producción nacional de maíz amarillo duro viene creciendo en los últimos años, habiéndose elevado de 960,362 toneladas en 2,000 a 1'123,011 toneladas en 2,007 un incremento de 17. Puesta en contexto, sin embargo, esta figura no es tan buena, pues las importaciones de este cultivo crecieron más, pasando de 846,454 toneladas en 2000 a 1'560,841 toneladas en 2007, es decir, un incremento de 84.4%. Sin embargo, debido a las mejoras experimentadas en la productividad del cultivo en el país, esta situación podría revertirse en el largo plazo. (p. 2)

1.5. Requerimientos edafoclimáticos del maíz

1.5.1. Suelo

En relación a los requerimientos de suelo en el cultivo de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013), menciona que:

Preferentemente requiere suelos neutros, pudiendo desarrollarse en suelos con pH 5,5 a 7,5, tolera medianamente la alcalinidad y es sensible a suelos ácidos con toxicidad de aluminio mayor a 60% y a la baja disponibilidad de fósforo.

El 90% del área sembrada de maíz se realiza bajo secano en terrenos con topografía ondulada y con pendientes mayores al 15% con la modalidad de "rozo", "picacheo" y quema de bosque altos, "chaleo" y quema de purmas bajas.

En la preparación del suelo sobre todo en suelos de laderas deben tomarse en cuenta prácticas conservacionistas, para proteger el suelo de los impactos de las gotas de lluvia y disminuir la escorrentía superficial, conforme se detalla:

Utilizar, métodos de preparación que dejen rastrojos vegetales en la superficie, sin quemar y pulverizar el suelo.

Utilizar cobertura vegetal y practicar la rotación de cultivos, lo que permitirá una mayor infiltración del agua y menor erosión del suelo. (p. 12)

1.5.2. Temperatura

Hidalgo (2013), respecto al requerimiento de temperatura en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20 °C y 30 °C, variando según el estado de desarrollo del cultivo conforme se aprecia en la tabla 1.1. La temperatura afecta la etapa de floración, temperaturas superiores a los 30°C tiende a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina y con temperaturas menores de 20 °C la inflorescencia femenina aparece, más temprano que la masculina.

Durante la etapa de formación de granos, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana, con madurez fisiológica a partir de los 95 días de la siembra. (p. 8)

Tabla 1.1

Rango de temperaturas en el cultivo de maíz amarillo duro

Época	Temperatura		Temperatura
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Óptima (°C)
Germinación	10	20 - 25	40
Crecimiento vegetativo	15	20 – 30	40
Floración	20	21 -30	30

Fuente: Hidalgo (2013)

1.5.3. Radiación solar

Hidalgo (2013), en relación a las necesidades de radiación solar en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

El maíz es una de las plantas cultivadas con más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz, de la cual depende principalmente su elevado potencial productivo. Contrariamente la falta o reducción de la luz incide sobre su crecimiento y producción. Una disminución de 90 a 100 de la intensidad lumínica, por un periodo de unos pocos días durante la fase de polinización produce la

máxima reducción en el rendimiento de grano, la fase reproductiva resulta la más sensible a diferencias en la intensidad lumínica desde el punto de la producción de grano. (p. 8-9)

1.5.4. Humedad en el suelo

Respecto al contenido de humedad del suelo en el cultivo de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013) señala que:

El aporte de agua mediante riego o lluvias a lo largo el ciclo vegetativo del maíz es importante para su crecimiento, desarrollo, sanidad y rendimiento, siendo el requerimiento hídrico del cultivo en todo su ciclo, superior a los 550 milímetros, requiriendo las variedades precoces menos agua que las tardías.

Las lluvias excesivas durante el ciclo vegetativo, sobre todo en condiciones de suelos pesados (arcillosos), inciden perjudicando el normal desarrollo de las plantas y el rendimiento. (p. 9)

1.5.5. Humedad relativa

Hidalgo (2013), respecto a las necesidades de la humedad relativa en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

La humedad atmosférica afecta la evaporación y, en consecuencia, la efectividad de la lluvia o el riego sobre las plantas. La humedad del aire a nivel de las plantas depende de la densidad de la vegetación, la topografía, la naturaleza y la orientación del terreno, del viento y de la precipitación.

Un fuerte grado de sequedad en el aire durante una semana o más afectan a las estomas de las hojas (principalmente la más viejas), que no recuperan su estado normal hasta que la humedad vuelve a su nivel habitual durante algunos días. En la noche, el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo. (p. 9)

1.5.6. Fotoperiodo

Hidalgo (2013), en relación a las necesidades de fotoperiodo en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

Es el conjunto de procesos de las especies vegetales mediante los cuales regulan sus funciones biológicas (como por ejemplo la reproducción y crecimiento) usando como parámetros la alternancia de los días y las noches del año y su duración según las estaciones y el ciclo solar.

El ciclo del maíz corresponde a una especie de días cortos, es decir, su ciclo se acorta al acortarse la duración del día. El cambio de la fase vegetativa a la fase productiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas de luz por día, o sea, cuando el maíz florece tardíamente. (p. 9-10)

1.6. Manejo agronómico de maíz amarillo duro

Según Hidalgo (2013), en manejo agronómico del maíz amarillo duro, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1.6.1. Época de siembra

Tabla 1.2

Época de siembra del maíz en la región San Martín

<i>Provincia</i>	<i>Época de siembra</i>
San Martín	Enero y febrero
Moyobamba	Agosto y setiembre
Rioja	Agosto y setiembre
Lamas	Enero y febrero
Picota	Enero y febrero
El Dorado	Agosto y setiembre
Mariscal Cáceres	Agosto y setiembre
Huallaga	Agosto y setiembre
Tocache	Agosto y setiembre

Fuente: Hidalgo (2013)

Hidalgo (2013), respecto a la época de siembra del maíz amarillo duro, manifiesta que:

La época de siembra del maíz en la selva varía según la zona de producción y está en función de algunos factores climáticos, como las precipitaciones pluviales, temperatura, luminosidad, humedad, disponibilidad de agua para riego, etc.

Los cambios en el comportamiento de los factores climáticos traen como consecuencia alteraciones directas o indirectas en el ciclo del cultivo y en la producción de granos. (p. 13)

1.6.2. Semilla

Hidalgo (2013), en relación a la calidad de semilla en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

Para lograr buenas cosechas es necesaria la utilización de semillas de buena calidad (semilla pura de la variedad elegida, tamaño uniforme, sana y con alto porcentaje de germinación).

En la región San Martín, solamente alcanza el 2% del uso de semilla certificada, esto debido a que la mayoría de los productores siembran grano seleccionado de la cosecha anterior o adquieren semilla que no ha pasado por el proceso de certificación, es por ello que los rendimientos son bajos.

Es por ello que el Programa Nacional de Investigación de la Estación Experimental Agraria (EEA) - El Porvenir en la Región San Martín ha puesto a disponibilidad de los productores maiceros semillas de diversas variedades, las cuales son sembradas mayormente en condiciones de secano, dado su gran adaptabilidad y rusticidad mientras que la semilla de híbridos es sembrada en zonas bajo riego, dado que requieren un manejo apropiado para que expresen su mayor potencial de rendimiento. (pp. 13-14)

1.6.3. Siembra

Respecto al procedimiento de siembra de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013), señala que:

El maíz se puede sembrar en forma manual o mecanizada, en la selva alta y baja fundamentalmente la siembra es manual debido a que la topografía y la extensión de las unidades agropecuarias no justifican y no posibilitan el empleo de las sembradoras, asimismo, la textura pesada de los suelos restringe el uso de las surcadoras. En suelos planos con riego se recomienda la siembra mecanizada o en surcos. (p. 14)

1.6.4. Profundidad de siembra

Hidalgo (2013), en relación a la profundidad de siembra en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

La semilla debe ser colocada a una profundidad uniforme que posibilite un buen contacto con el suelo húmedo y una emergencia uniforme de plántulas; las semillas deben ser colocadas de 3 a 7 cm de profundidad. En terrenos muy pesados

(suelos arcillosos) las semillas deben ser colocadas a no más de 5 cm. de profundidad. (p. 14)

1.6.5. *Densidad de siembra*

Respecto a la densidad de siembra en el cultivo de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013), manifiesta que:

La densidad de siembra es el número de plantas por hectárea que se necesitan en el terreno. Una densidad óptima permite un mejor aprovechamiento del sol, agua, nutrientes del suelo y competencia con las malezas.

La densidad de siembra depende de las características de la semilla sembrada (variedad o híbrido), el arquetipo de la planta, la fertilidad natural del suelo, el clima y los recursos disponibles. (p. 15)

Tabla 1.3

Época de siembra del maíz en la región San Martín

SEMILLA	VARIEDAD		HÍBRIDO	
	Densidad 1	Densidad 2	Densidad 1	Densidad 2
Distancia entre surcos	0.80 m.	0.80 m.	0.80 m.	0.80 m.
Distancia entre plantas	0.50 m.	0.40 m.	0.30 m.	0.20 m.
Nº de plantas por golpe	2	2	2	2
Densidad de siembra	50 000 plantas/ha	62 500 plantas/ha	83 333 plantas/ha	125 000 plantas/ha

Fuente: Hidalgo (2013)

1.6.6. *Fertilización*

Hidalgo (2013), respecto a la fertilización en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

La incorporación de nutrientes mediante sustancias químicas u orgánicas al suelo para incrementar su fertilidad y lograr la adecuada nutrición de la planta para una mayor productividad. La aplicación debe realizarse en forma racional, tomando en cuenta la fertilidad del suelo, la necesidad de la planta, y la eficiencia económica de su aplicación.

Se recomienda que se efectúe el análisis de fertilidad del suelo antes de efectuar la siembra para saber la cantidad de nutrientes que hay que reponer al suelo para balancear el requerimiento de estos por los cultivos.

Los fertilizantes sintéticos y/o abonos orgánicos que se deben aplicar son: abonos orgánicos; gallinaza, abono verde, residuos de cosecha, humus de lombriz. Fertilizantes inorgánicos: Urea (45% N), Fosfato Diatómico (18% N y 46% P₂O₅, Cloruro de potasio (60% K₂O).

En algunos casos utilizaremos dosis bajas por ejemplo dependiendo del requerimiento de la semilla utilizada (variedad o híbrido), en suelos con problemas con riesgos de clima, plagas, etc., cuando existe escasa disponibilidad de capital por precios de maíz o de fertilizantes en el mercado, en otras situaciones podremos utilizar dosis altas.

En el cultivo de maíz la época oportuna para aplicar los fertilizantes es al momento de la siembra, se puede también fertilizar después de la emergencia de las plántulas (08 a 10 días después de la siembra o cuando la planta tiene cuatro hojas verdaderas) con la mezcla del 50 % de la fuente de nitrógeno, todo el fósforo y potasio; el 50 % de nitrógeno restante se debe aplicar cuando la planta se encuentre en el estado de seis hojas (30 a 40 días después de la siembra o cuando la planta tiene de 6 a 8 hojas verdaderas).

El sistema de aplicación más adecuada es localizado, que consiste en abrir un hoyo al costado de la planta a 10 cm., sembrando o puyando la mezcla de fertilizantes utilizando el tacarlo a una profundidad de 8 a 10 cm.

Cabe mencionar que el nitrógeno es un nutriente de rápida absorción y descomposición y es requerido al inicio para su crecimiento vegetativo hasta antes de llegar a la floración, por lo cual se fracciona; mientras que el fósforo y el potasio son nutrientes que requieren de mayor tiempo para ser absorbidos por la planta, por lo cual no se fracciona.

En suelos ácidos con problemas de toxicidad o saturación de aluminio mayor a 60% es necesario realizar encalados a base de material calcáreo, con el objetivo de incrementar el pH del suelo, mejorar las condiciones físicas, estimular la actividad microbiana, y hacer que los nutrientes estén disponibles para la planta sobre todo el fósforo. (p. 16-17)

Tabla 1.4*Nivel de fertilización del maíz en la región San Martín*

Nutrientes (kg/ha)	Dosis baja (kg/ha)	Dosis alta (kg/ha)
Nitrógeno	120 a 160	200 a 240
Fosforo	0 a 40	80 a 120
Potasio	0 a 40	80 a 120

Fuente: Hidalgo (2013)

1.6.7. Control de malezas

Vásquez (2000), respecto a la oportunidad de control de las malezas en el cultivo de maíz, señala que:

Durante las primeras etapas de crecimiento del maíz el efecto por malezas puede ser grande, ya que compiten ventajosamente con las plántulas por el agua, luz y nutrientes. El control de las malezas generalmente se efectúa en forma manual antes que las plantas sufran el efecto del enmalezamiento, debido a que el periodo crítico de esta especie a la competencia por malezas es desde la emergencia hasta las 5 semanas después de ésta. (p. 360)

Respecto al control de las malezas en el cultivo de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013), manifiesta que:

Para obtener una buena productividad de maíz el campo debe estar libre de malezas sobre todo en el primer periodo crítico del cultivo, que comprende los primeros 30 días después de la emergencia. Para tal efecto se recomienda efectuar deshierbes en la etapa inicial de crecimiento del cultivo, en forma manual utilizando herramientas como lampas, azadones, machetes y otros; de ser posible aplicar un herbicida pre emergente inmediatamente después de la siembra.

El control manual es un método utilizado por pequeños agricultores que no poseen recursos económicos para la utilización de métodos más eficientes y cuando la topografía del suelo es un obstáculo para el uso de otras técnicas.

El control químico se realiza a través del uso de herbicidas, que son productos químicos destinados a inhibir el crecimiento y a provocar la muerte de las malezas cuando son utilizados en dosis adecuadas.

En sistemas de monocultivo, inmediatamente después de la siembra; se debe aplicar herbicidas pre emergentes a base de Atrazina ($1 \text{ a } 2 \text{ l.ha}^{-1}$). Para lograr un buen resultado el suelo debe estar húmedo, libre de malezas y desterronado.

Los herbicidas post emergentes como el Glifosato o los hormonales (Hedonal, U-46, etc.), se deben usar cuando las malezas han emergido y el maíz tenga 15 a 20 cm. de altura. Los herbicidas hormonales controlan solamente malezas de hoja ancha. (pp. 17-18)

1.6.8. *Insectos dañinos y su control*

En relación al ataque de las plagas en el cultivo de maíz amarillo duro, Hidalgo (2013), manifiesta que:

Existe un número grande de insectos que atacan al cultivo de maíz, pero pocos son aquellos que causan daños económicos y que justifican su control, especialmente en campos de los pequeños productores, cuyas inversiones en insumos son bajas; algunas especies demandan mayor atención por parte de los productores, sobre todo cuando se realizan siembras fuera de las épocas normales, sean adelantadas o atrasadas, porque la intensidad de ataque varía de acuerdo a la fluctuación poblacional del insecto, influenciado por las condiciones ambientales y la edad del cultivo, se acrecienta en siembras de verano con el aumento de la temperatura ambiental. Se debe aplicar insecticida cuando la plaga tiene una regularidad de ocurrencia, consistencia en la amplitud de presencia geográfica y la potencialidad para causar daños económicamente significativos. La decisión de cuándo y cuantas veces aplicar debe ser respaldado por una evaluación, las condiciones económicas, ecológicas y sociales. (p. 19)

1.6.9. *Cosecha y post cosecha*

Hidalgo (2013), respecto a la cosecha y manejo postcosecha en el cultivo de maíz amarillo duro, señala que:

La cosecha es la última labor de campo en el cultivo, aunque el grano de maíz fisiológicamente está maduro antes de la madurez fisiológica, diferenciada por la aparición de la capa negra. En general el grano de maíz está fisiológicamente maduro antes de la cosecha. Un indicador de la maduración del cultivo es cuando la planta muestra un amarillamiento intenso, seguido de un secamiento que empieza de las hojas inferiores y concluye en las hojas superiores, las mazorcas doblan el pedúnculo y se cuelgan, las brácteas y los granos también se secan, la capa negra en los granos es más intensa.

En la región San Martín, las variedades que utilizan los productores se cosechan entre los 110 y 120 días después de la siembra; la cosecha se inicia cuando la humedad de los granos está alrededor de 18 %, debe realizarse oportunamente para evitar el deterioro de los granos por ataque de insectos y pudriciones de mazorca.

En la Región San Martín, se realiza mayormente en forma manual “deshojando” las mazorcas de las plantas paradas. Estas se colocan en envases (sacos) que faciliten su traslado a los secaderos ubicados en lugares protegidos para complementar el secado en forma natural hasta que la humedad sea de 14 a 16 % e iniciar con el desgrane. (pp. 22 -23)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El experimento se condujo en el terreno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Sede Pichari de la UNSCH, ubicado en la ciudad de Pichari, provincia La Convención, región Cusco. El lugar del experimento se ubica en las coordenadas 12° 31' 42.28'' Latitud Sur, 73° 50' 20.05'' Longitud Oeste, a una altitud de 561 msnm.

2.1.1. Ubicación política

Departamento	: Cusco.
Provincia	: Convención.
Distrito	: Pichari.
Localidad	: Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal.

2.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas	: 12° 31' 42.28'' Latitud sur.
Coordenadas	: 73° 50' 20.05'' Longitud Oeste.
Altitud	: 561 msnm.

obtuvieron casi 1 kg para su respectivo análisis, al Laboratorio de suelos, agua y foliares de Canaán INIA, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 2.1

Resultados del análisis físico- químico del suelo experimental. Pichari 561 msnm

Componente	Contexto	Interpretación
pH (H ₂ O)	6.7	Neutro
M.O. (%)	7.2	Alto
Nt (%)	0.4	Muy bajo
P (ppm)	32.8	Alto
K (ppm)	130.1	Muy alto
Arena (%)	47	
Limo (%)	34	Clase Textural
Arcilla (%)	19	Franco

Fuente: laboratorio de análisis de suelo, agua y foliares. LABSAF, Canaán-INIA

En la tabla 2.1, se observa el pH determinado en agua corresponde a un suelo neutro el cual es adecuado para el cultivo del maíz, en nitrógeno total es muy bajo, en fosforo y potasio presenta el suelo alto y muy alto. Estos resultados nos permitió balancear nuestra fertilización en la siembra del maíz híbrido.

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio climatológico de Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2024, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari); El clima de la localidad donde se realizó el ensayo es de ceja de selva del distrito de Pichari y la provincia de La Convención, siendo clasificado como sub - tropical y tropical, influenciado en gran parte por la presencia de la cordillera oriental de los andes y el llano amazónico, con un potencial biodiverso forestal y cultivos perennes agroindustriales existentes, que le dan las características climáticas especiales a la zona. La temperatura máxima promedio durante el experimento fue de 32.0 °C, temperatura mínima promedio alcanzando fue de 20.7 °C. La precipitación total registrada durante el experimento de enero a abril fue de 442.3 mm y alta humedad relativa (90 a 95 %). Características apropiadas para el cultivo del maíz.

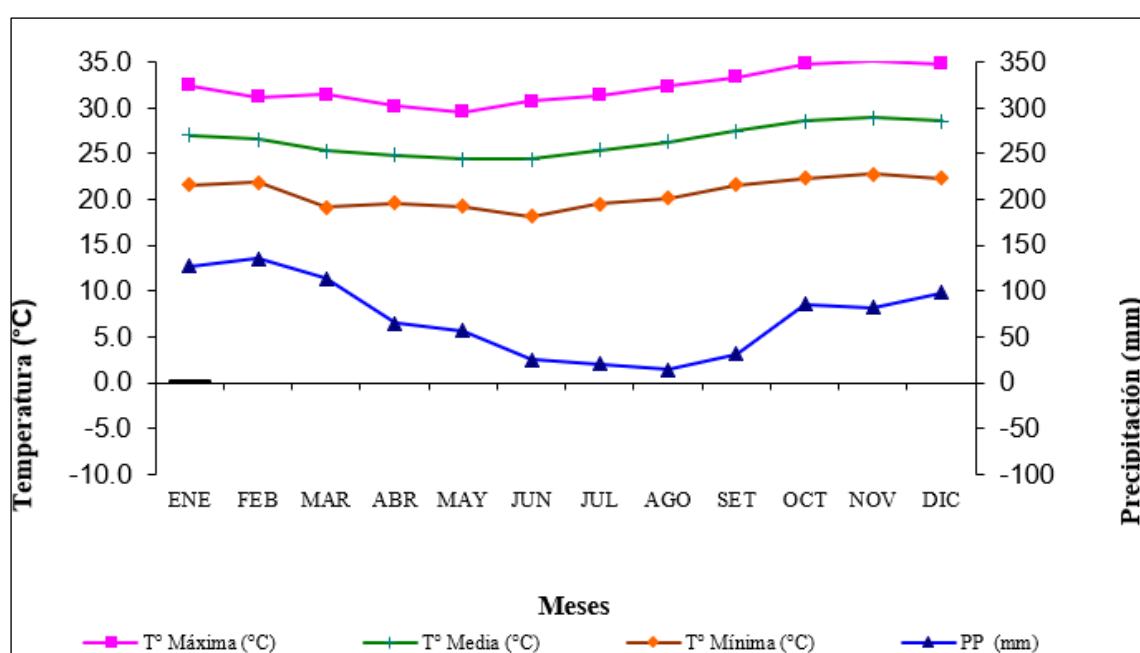
Tabla 2.2

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2024, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)

AÑO	2024												Σ	\bar{x}
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima (°C)	32.5	31.2	31.5	30.2	29.6	30.7	31.4	32.4	33.4	34.8	35.1	34.8	387.6	32.3
T° Mínima (°C)	32.6	21.9	19.2	19.6	19.3	18.2	19.5	20.2	21.6	22.3	22.8	22.3	259.5	21.6
T° Media (°C)	37.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29.0	28.6	328.5	27.4
PP (mm)	127.8	135.6	113.6	65.3	56.8	25.6	20.6	14.3	32.0	85.6	82.5	98.7	858.4	

Figura 2.2

Diagrama Ombrotérmico de precipitación vs temperatura 2024



En la figura 2.2 se observa la información de las características Ombrotérmico de la precipitación y la temperatura de la localidad del experimento; el promedio de temperatura máxima fue de 35.1°C, el promedio de temperatura media fue de 24.5°C y el promedio de temperatura mínima fue de 19.5°C; mientras que la precipitación alcanzó un total de 858.4 mm; las mayores cargas pluviométricas se dan desde diciembre, enero y febrero. En los meses de mayo, junio, julio y agosto son de menor valor de precipitación, pero en la zona del VRAE la humedad relativa está entre los 95 a 98 %. En estas características térmicas no existe deficiencia en humedad durante la producción del cultivo del maíz.

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

a. Labranza de conservación

Indicadores

- ✓ Labranza cero
- ✓ Labranza mínima en hoyos
- ✓ Labranza mínima en franjas

b. Cobertura muerta

Indicadores

- ✓ Sin cobertura muerta
- ✓ Con cobertura muerta

2.4.2. Variable dependiente

Productividad de “maíz amarillo duro” *Zea mays* L.

- ✓ Altura de planta (cm)
- ✓ Altura de planta a la mazorca (cm)
- ✓ Longitud de mazorca (cm)
- ✓ Diámetro de mazorca (cm)
- ✓ Peso de 1000 semillas (g)
- ✓ Rendimiento de grano kg ha^{-1}
- ✓ Medidas descriptivas (índice de prolificidad, índice de desgrane)

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2.3

Matriz de operacionalización de variables en estudio

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores
Labranza de conservación y cobertura muerta	1. Labranza de conservación	Labranza cero
		Labranza mínima en hoyos
	2. Cobertura muerta	Labranza mínima en franjas
		Sin cobertura muerta
		Con cobertura muerta

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
Productividad de maíz amarillo duro <i>Zea mays</i> L.	1. Parámetros de productividad	Altura de planta (cm)
		Altura de planta a la mazorca
		Número de mazorcas por planta
		Longitud de mazorca (cm)
		Diámetro de mazorca (cm)
		Peso de mazorca por planta (g)
		Rendimiento por ha (kg)
		Índice de prolificidad y desgrane

2.6. Tipos de labranza de conservación

2.6.1. *Labranza cero*

Consistió en abrir un pequeño hoyo del suelo, utilizando estaca de madera ahusada, únicamente con la finalidad de colocar la semilla en el fondo del hoyo, sin ninguna otra remoción del suelo.

2.6.2. *Labranza mínima en hoyo*

Consistió en labrar un segmento circular del suelo, de modo que la semilla se coloca en el suelo labrado, utilizando el zapapico de modo que el suelo entre el segmento labrado permanece sin disturbar.

2.6.3. *Labranza mínima en franja*

Consistió en labrar una faja estrecha del suelo, de modo que la semilla se coloca en la faja labrado, utilizando el zapapico de modo que el suelo entre las fajas permanece indisturbada.

2.7. Cobertura muerta

2.7.1. *Sin cobertura vegetal*

Cuya práctica, consistió en limitar la presencia de cobertura vegetal muerta en la superficie del suelo y alrededor de las plantas de maíz. Esta práctica con la parcela limpia de malezas.

2.7.2. *Con cobertura vegetal*

Cuya práctica, consistió en cubrir la superficie del suelo y alrededor de las plantas de maíz a base de cobertura vegetal, utilizando restos de malezas picadas, proveniente del

Centro Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, constituido principalmente por las diferentes especies existentes como *Pueraria phaseoloides* “Kudzú” de la familia Fabaceae, *Euphorbia heterophylla* “hierba lechera” de la Familia Euphorbiaceae, *Eleusine* sp. “pata de gallina” y *Rottboella* sp. “arrocillo” pertenecientes a la familia Poaceae, *Conyza sumatrensis* de la familia Asteraceae y *Cyperus rotundus* L. “coquito” de la familia Cyperaceae.

2.8. Productividad del maíz amarillo duro

2.8.1. Altura de la planta (cm)

Para obtener la información del tamaño de la planta, utilizando el flexómetro se efectuó la medición desde la base hasta el ápice de la planta, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm). Esta evaluación en 10 plantas representativas del surco central, con el promedio se efectuó el ANVA y la prueba de Tukey.

2.8.2. Altura de la planta a la mazorca (cm)

Para obtener la información del tamaño de la planta, utilizando el flexómetro se efectuó la medición desde la base hasta la altura de la primera mazorca, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm). Esta evaluación en 10 plantas representativas del surco central, con el promedio se efectuó el ANVA y la prueba de Tukey, correspondiente.

2.8.3. Número de mazorcas por planta

Para obtener dicha información, se contabilizaron la cantidad de mazorcas que poseen cada planta, a nivel del surco central de cada parcela, cuyos resultados fueron expresados en número de mazorcas por planta (Nº de mazorcas/planta). Es el índice de prolificidad.

2.8.4. Longitud de mazorca (cm)

Para obtener la información de la longitud de mazorca, una vez cosechada las mazorcas, a nivel del surco central de cada parcela, utilizando un vernier se efectuaron las medidas correspondientes, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm).

2.8.5. *Diámetro de mazorca (cm)*

Para obtener la información del diámetro de mazorca, una vez cosechada las mazorcas, a nivel del surco central de cada parcela, utilizando un vernier se efectuaron las medidas correspondientes, cuyos resultados fueron expresados en centímetros (cm).

2.8.6. *Rendimiento de maíz (kg/ha)*

Para obtener el rendimiento de grano por hectárea, una vez cosechada y desgranada las mazorcas, a nivel del surco central de cada parcela, utilizando una balanza digital se efectuó el pesaje correspondiente, cuyos resultados fueron expresados en kilogramos por hectárea (kg ha^{-1}).

2.8.7. *Peso de 1000 semillas (g)*

Para obtener esta medida se pesaron 5 muestra obtenido el promedio en cada tratamiento.

2.9. Medidas descriptivas del índice de prolificidad y el índice de desgrane

Mide el número de mazorcas producidas por planta.

Medidas descriptivas

Medida	Qué indica
Media	Promedio del índice de desgrane (%).
Mediana	Valor medio del conjunto de observaciones.
Desviación estándar	Dispersión de los valores.
Mínimo y máximo	Límites inferior y superior.
Coefficiente de variación (CV%)	Variabilidad del índice en porcentaje.

2.9.1. *Actividades preliminares*

Las actividades preliminares consistieron en limpiar el área destinada para el trabajo de investigación, retirando los objetos que puedan obstaculizar en la demarcación y preparación del campo experimental (03/01/24).

2.9.2. *Demarcación de campo experimental*

La demarcación del campo experimental se realizó utilizando wincha, cordel, estacas y yeso, de acuerdo al diseño experimento, delimitando los bloques, las parcelas y las calles (04/01/24).

2.9.3. Preparación del terreno

Se realizó previo a la siembra, con la ayuda de las herramientas de labranza se habilitarán los surcos. En cada unidad experimental se dispondrá de cinco surcos de 5.0 m de largo con un distanciamiento de 0.8 m entre surco (04/01/24).

2.9.4. Adquisición de semilla

La semilla de maíz amarillo duro se adquirió de una tienda comercial garantizada, de tal modo se garantice la calidad y variedad apropiada para la zona. La semilla viene tratada con Vitavax.

2.9.5. Siembra

Consistió en depositar las semillas en suelo previamente preparado, a una distancia de 0.80 m entre surco y 0.30 m entre golpes, respectivamente, colocando tres semillas por golpe en el fondo del hoyo y/o surco, conforme los tipos de labranza en estudio.

2.9.6. Fertilización

Para el nivel de fertilización con N-P₂O₅-K₂O, se tomaron en cuenta la extracción del cultivo, según el rendimiento y el análisis del suelo. Siendo esta de 140 g de urea, 80 g de fósforo y 100 g de potasio.

2.9.7. Riego

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo teniendo en cuenta el periodo de lluvia, razón por lo cual no se aplicaron ningún riego.

2.9.8. Deshierbo

El deshierbo se realizó en forma manual de acuerdo a la presencia de las malezas y según los tratamientos.

2.9.9. Aporque

Bajo las condiciones agroecológicas del Valle de Río Apurímac y Ene, no se aplica dicha práctica agrícola, debido a que las raíces de anclaje son profundas.

2.9.10. Control fitosanitario

El control fitosanitario de prevención y erradicación, se llevaron a cabo durante el macollaje y al inicio de formación de mazorca utilizando Lufonerón para el cogollero y el mazorquero.

2.9.11. Cosecha y recolección de datos

La cosecha se efectuó el 30 de abril 2024 (116 dds) a la madurez de cosecha de los granos, labor que se realizó manualmente; después de la cosecha en el campo se llevó por una semana a un tinglado para su posterior secado y el grano en ese tiempo tenía ya el 14 % de humedad a partir del cual se obtendrán los datos necesarios de acuerdo a los parámetros en estudio.

2.10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.10.1. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por cada una de las parcelas de cultivo de maíz amarillo duro variedad INIA 619 Megahíbrido, instalados según los factores en estudio, empleando tipos de labranza y cobertura.

a.1. Labranza de conservación

- l1 : Labranza cero
- l2 : Labranza mínima en hoyos
- l3 : Labranza mínima en franjas

a.2. Cobertura muerta

- c1 : Sin cobertura muerta
- c2 : Con cobertura muerta

2.10.2. Tratamientos

De la combinación de los factores en estudio, se tiene los tratamientos conforme la tabla 2.4.

Tabla 2.4*Tratamiento de la investigación*

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 = 11 x c1	Labranza cero x Sin cobertura muerta
2	T2 = 11 x c2	Labranza cero x Con cobertura muerta
3	T3 = 12 x c1	Labranza mínima en hoyos x Sin cobertura muerta
4	T4 = 12 x c2	Labranza mínima en hoyos x Con cobertura muerta
5	T4 = 13 x c1	Labranza mínima en franjas x Sin cobertura muerta
6	T4 = 13 x c2	Labranza mínima en franjas x Con cobertura muerta

2.10.3. Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental

En la figura 2.3, se puede apreciar el esquema de distribución al azar de las unidades experimentales en el campo experimental.

Figura 2.3*Esquema de campo experimental*

El campo experimental tiene las siguientes características:

Largo de la parcela	: 5.00 m
Ancho de la parcela	: 4.80 m
Área de la parcela	: 24.00 m ²
Ancho del surco	: 0.80 m
Orientación del surco	: Surco vertical
Número de surcos por parcela	: 6.0 surcos
Número de surcos a evaluar	: 2 surcos centrales
Número de bloques	: 3 bloques

Número de parcelas (U. E.)	: 18
Ancho de la calle entre bloques	: 1.00 m
Ancho del campo experimental	: 18.00 m
Largo del campo experimental	: 28.80 m
Área total del campo experimental	: 518.00 m ²

2.10.4. Conducción del experimento

El experimento fue conducido teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas, principalmente basado en el acondicionamiento del terreno, tratamiento de las semillas, siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas y enfermedades, cosecha y las evaluaciones correspondientes.

2.11. Diseño experimental y análisis estadístico

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 6 tratamientos, con arreglo factorial 3 tipos de labranza de conservación por 2 tipos de cobertura muerta, con tres repeticiones (3L x 2C x 3r), con un total de 18 unidades experimentales.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) del diseño experimental es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Es el valor observado de la i-ésima labranza de conservación, en la j-ésima cobertura vegetal, en la k-ésima repetición.
- μ : Media general
- β_k : Efecto de la k-ésima repetición o bloque.
- α_i : Efecto de la i-ésima labranza de conservación.
- δ_j : Efecto de la j-ésima cobertura vegetal.
- $\alpha\delta_{ij}$: Efecto de la interacción entre la i-ésima labranza de conservación con la j-ésima cobertura de vegetal.
- ϵ_{ijk} : Error experimental.

En el análisis estadístico, se efectuó el análisis de varianza de los factores en estudio y su correspondiente prueba de contraste; las otras variables de interés fueron analizados mediante las medidas de asociación, es decir prueba de independencia.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de rendimiento

3.1.1. *Altura de planta*

Tabla 3.1

Análisis de variancia de la altura de planta de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024

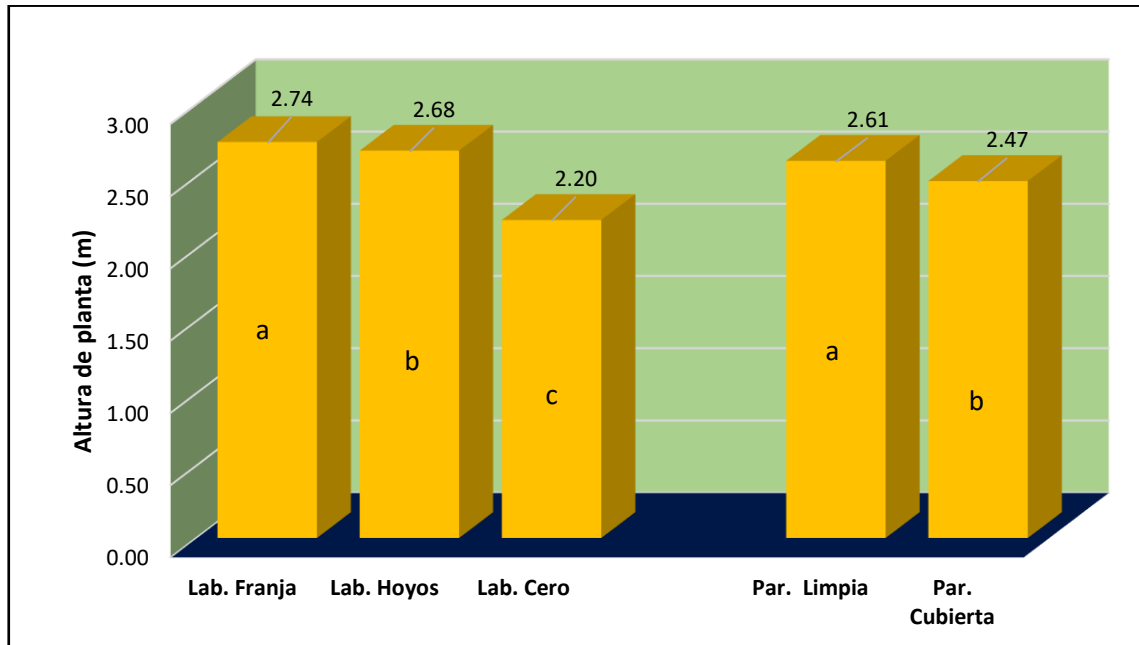
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.005	10.20	0.0038 **
Labranza (L)	2	1.06	0.53	926.69	<0.0001 **
Cobertura (C)	1	0.09	0.09	149.28	<0.0001 **
Inter (L x C)	2	0.0017	0.00087	1.52	0.2644 ns
Error	10	0.01	0.00057		
Total	17	1.17			

C.V. = 0.94 %

La tabla 3.1 del análisis de variancia de la altura de planta de los diferentes tratamientos se observa alta significación estadística en los efectos principales de tipos de labranza y la cobertura vegetal, resultado que permite el análisis de los efectos mencionados. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión.

Figura 3.1

*Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024*



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra la altura de planta donde la labranza en franja supera estadísticamente a los demás tipos de labranza con un valor de 2.74 m de altura de planta, la labranza cero es la que tiene una menor altura de planta; estos valores en cualquier tipo de cobertura con parcela cubierta o con parcela limpia. La parcela limpia es la que tiene una mayor altura con un valor de 2.61m.

El INIA (2019) explica que el Megahibrido – 619 INIA es un híbrido simple cuya adaptación con buenos rendimientos se da en la costa y en la selva del Perú. En su ficha técnica entre otras características menciona que alcanza una altura de planta de 240 cm \pm 10 cm. En el presente experimento muestra un mayor valor altura este valor de la diferencia encontrada es por la medida efectuada por el suscrito en vista que se midió hasta la inserción de la panoja. Este híbrido por la altura alcanzada en la labranza en franja con cualquier cobertura demuestra su utilidad como forraje para los animales después de la cosecha de la mazorca.

3.1.2. Altura de planta a la mazorca

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

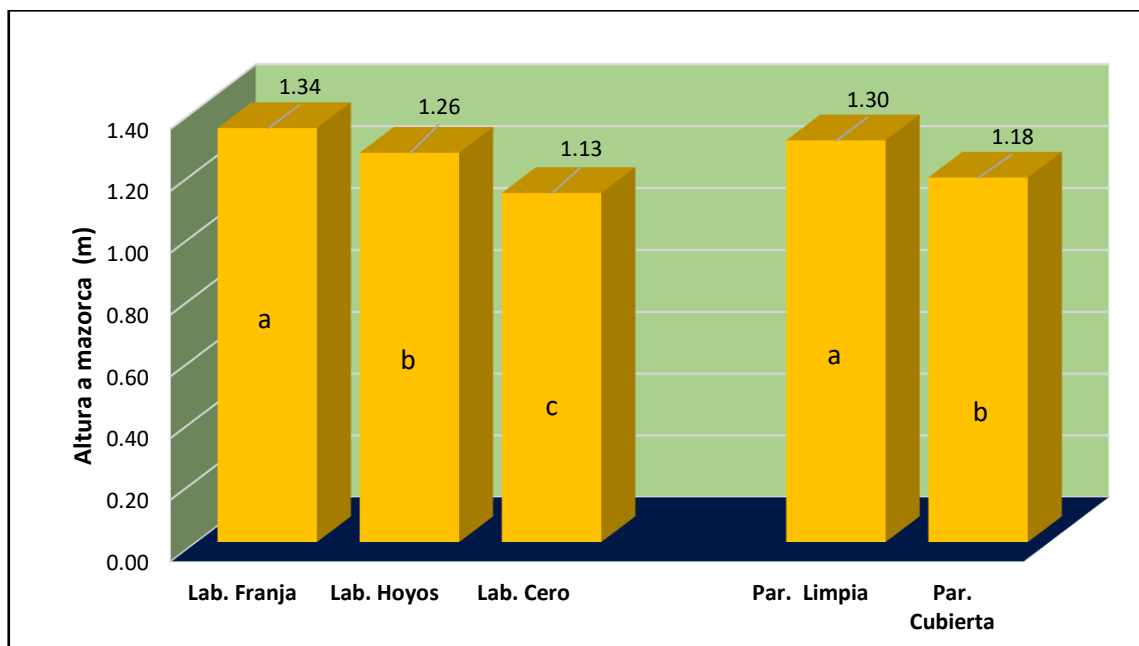
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.00058	0.00029	0.19	0.8294 ns
Labranza (L)	2	0.14	0.07	44.59	<0.0001 **
Cobertura (C)	1	0.06	0.06	38.89	0.0001 **
Inter (L x C)	2	0.01	0.0025	1.68	0.2358 ns
Error	10	0.02	0.0015		
Total	17	0.21			

C.V. = 3.14 %

La altura a la mazorca en la tabla 3.2 se observa el ANVA, donde existe alta significación estadística en los factores de tipos labranza y formas de cobertura vegetal. Se tiene un coeficiente de variación que indica buena precisión del experimento.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



En la figura 3.2 de la prueba de Tukey se la altura a mazorca se observa en forma independiente la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza en la variable mencionada con un valor de 1.34 m. Las parcelas sin cobertura (limpio) es la que tiene una mayor altura con un valor de 1.30 m.

Como expresa Chura & Estrada (2014) en la evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo duro en la UNA-la Molina a 550 msnm, encontró una gran variación en la altura a la mazorca con un rango de 0.85 a 0.65 m. En nuestro experimento conducido en Pichari a 640 msnm se alcanzó mayores valores que se puede justificar por el tipo de labranza y cobertura, Además, por la altura de planta alcanzada que sobrepasa los 2.70 m. La altura a la mazorca principal es de gran importancia en la facilidad a la cosecha. En consecuencia, es un valor descriptivo característica de los híbridos comerciales.

3.1.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.3

Análisis de variancia de la longitud de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024

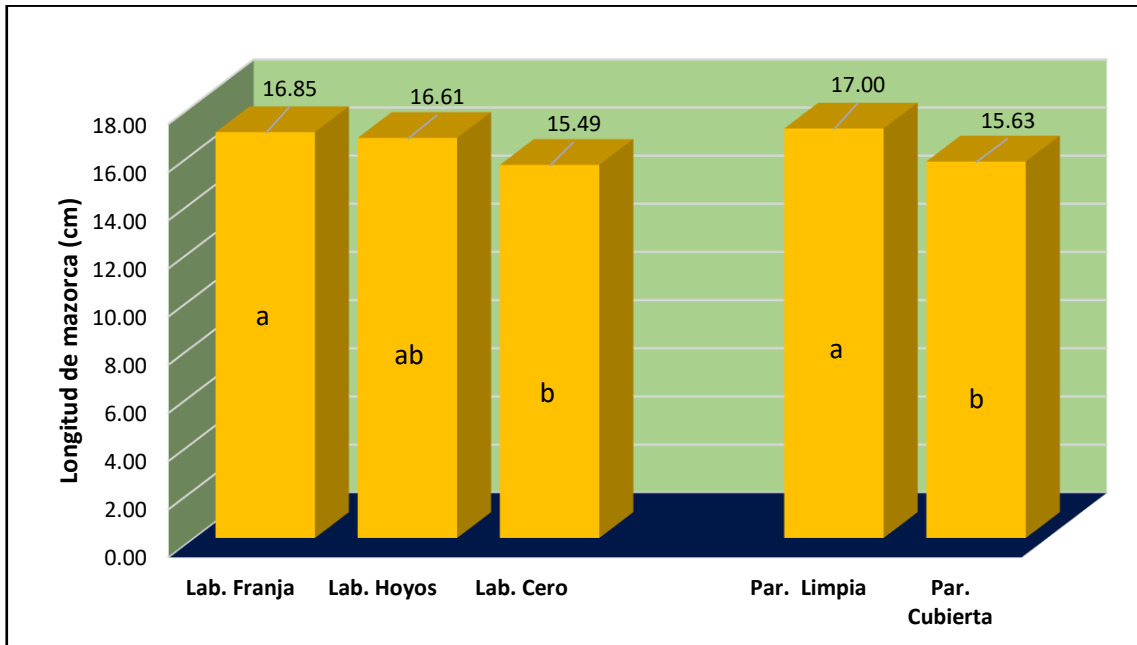
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.13	0.56	0.88	0.4463 ns
Labranza (L)	2	6.30	3.15	4.88	0.0331 *
Cobertura (C)	1	8.45	8.45	13.09	0.0047 **
Inter (L x C)	2	0.32	0.16	0.25	0.7831 ns
Error	10	6.45	0.65		
Total	17	22.65			

C.V. = 4.92 %

La tabla 3.3 el ANVA de la longitud de mazorca, muestra significación estadística en los tipos de labranza y alta significación estadística en las coberturas. Este resultado permite el análisis de los efectos principales. Además, observamos un coeficiente de variancia de buena precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en el maíz amarillo duro por los tipos labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco



La figura 3.3 de la prueba de Tukey muestra sobre la longitud de mazorca, la superioridad estadística para el efecto principal de la labranza en franja en cualquier tipo de cubierta con un valor de 16.85 cm. Al estudiar en forma independiente el tipo de cobertura es la forma limpia es la muestra una mayor longitud con un valor de 17 cm superando estadísticamente a la parcela cubierta con material vegetal muerta.

Poma (2020) en Pichari a 550 msnm, reporta sobre la longitud de mazorca en el híbrido Marginal 28 T un valor de 16.53 cm, valor encontrado con la labranza mínima individual que consistió en la práctica de labrar el suelo en lo mínimo posible para el establecimiento del cultivo, utilizando pala recta de modo que la semilla se coloca en el suelo mínimamente labrada. Esta labor acompañada con la aplicación de mulch al 50 % al estado de cogollo del maíz. Valor encontrado similar a nuestro experimento, Cuando se aplica una labranza en franjas con cualquier tipo de cobertura, es decir cobertura con vegetal muerto o sin cobertura cultivo limpio.

3.1.4. Diámetro de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia del diámetro de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

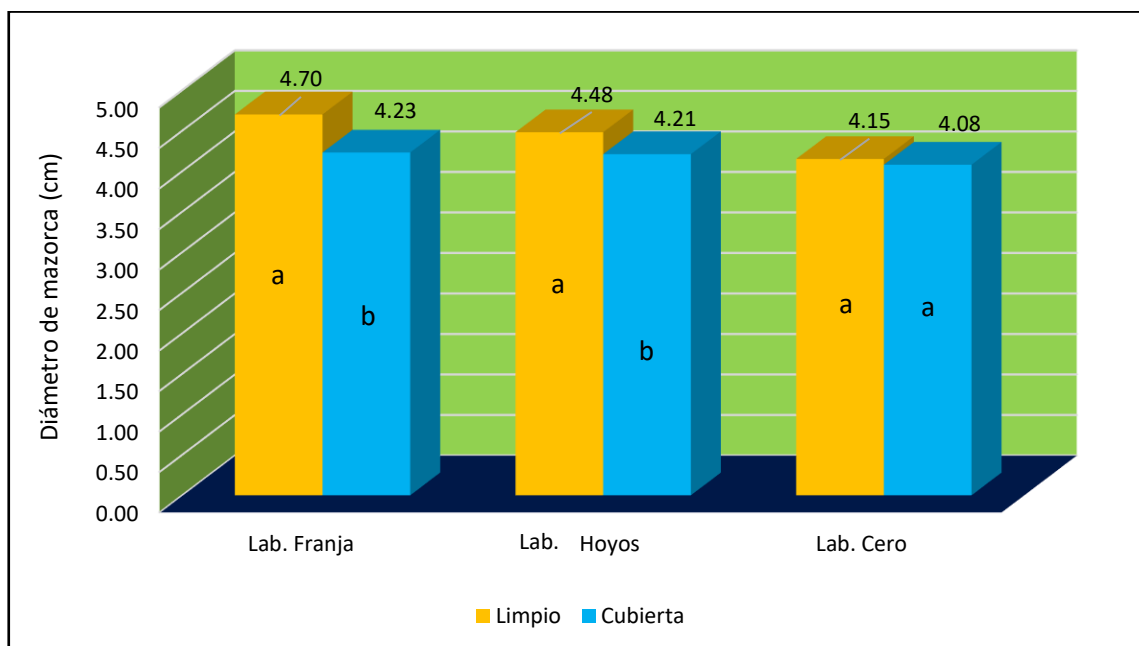
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.004	1.55	0.2601 ns
Labranza (L)	2	0.38	0.19	73.08	<0.0001**
Cobertura (C)	1	0.34	0.34	130.25	<0.0001**
Inter (L x C)	2	0.12	0.06	23.06	0.0002 **
Error	10	0.03	0.0026		
Total	17	0.87			

C.V. = 1.18 %

La tabla 3.4 del Análisis de variancia muestra alta significación estadística en los efectos principales, también se observa en la interacción, esto permite el análisis de los efectos simples de labranza en cada tipo de cobertura. El coeficiente de variación muestra un valor de buena precisión.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro de mazorca en cultivo limpio en cada tipo de labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de los tipos de cobertura vegetal, sin cobertura (limpio) en cada método de labranza. Los tratamientos con el cultivo sin cobertura(limpio) es el que muestra un mayor diámetro de mazorca en el método de labranza en franja es el que tiene el mayor diámetro de mazorca con un valor de 4.70 cm. La labranza cero es el que muestra un menor diámetro de mazorca.

El INIA (2020) menciona las características morfológicas del híbrido simple, INIA-605- Perú: tiene un grano de color anaranjado, semi dentado, de 10.42 mm de longitud, 11.91 mm de ancho, 4.16 mm de espesor, con una longitud de mazorca de 17.36 cm y un diámetro de mazorca en la parte media de 4.77 cm. No presenta problemas de tumbado de plantas. El ámbito de desarrollo del cultivo es rango de adaptación abarca desde la costa, sierra media y selva. Los datos mostrados en el presente experimento son similares cuando se tiene una labranza en franja y sin cubierta (limpio) mostrando un valor del diámetro de 4.70 cm. Es muy conocido la respuesta al tipo de labranza en la variable mencionada. Esta variable esta expresado en forma práctica con el grosor de la mazorca y su respectivo peso.

3.1.5. *Peso de 1000 semillas*

Tabla 3.5

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

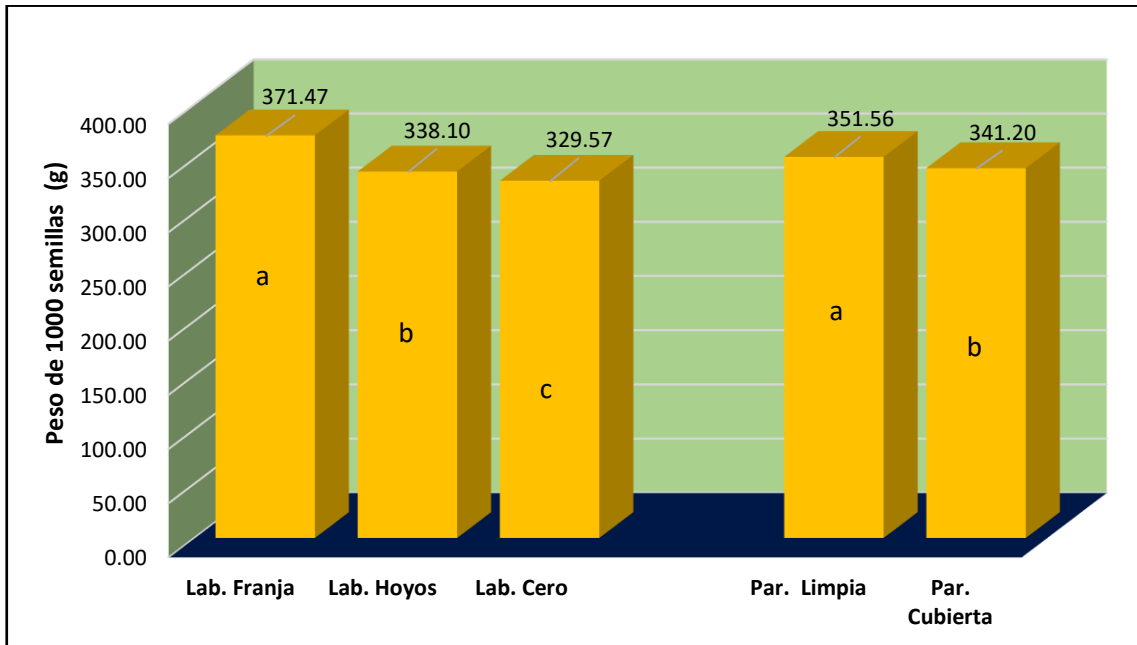
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	30.55	15.27	0.68	0.5288 ns
Labranza (L)	2	5883.52	2941.76	130.90	<0.0001**
Cobertura (C)	1	482.57	482.57	21.47	0.0009 **
Inter (L x C)	2	78.35	39.18	1.74	0.2241 ns
Error	10	224.74	22.47		
Total	17	6699.73			

C.V. = 1.37 %

El peso de 1000 semillas es una variable de gran importancia en el maíz. En la tabla 3.5 del ANVA, muestra alta significación estadística en los factores principales estudiados. Presenta un coeficiente de variación de buena precisión.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en el maíz amarillo duro por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.5 de la prueba de Tukey del peso de 1000 semilla muestra que el tipo de labranza en franja supera estadísticamente a los demás tipos de labranza con un valor de 371.47 g esto con cualquier tipo de cobertura vegetal. En esta última variable de la cobertura, las parcelas sin cobertura (limpio) supera estadísticamente con un valor de 351.56 g a las parcelas con cobertura muerta.

López (2015) en su trabajo experimenta en la localidad de Chiclayo obtuvo mayores resultados utilizando el sistema de labranza cero que en el de labranza convencional. Considerando que los resultados de la labranza cero fueron mejores que labranza convencional en altura de planta, rendimiento del maíz amarillo duro y el peso de 1000 semillas, es que se acepta la hipótesis alternativa y por ende se rechaza la hipótesis nula; significando por ello que la labranza cero tiene mejores resultados en tamaño, grano (350.65 g) y rendimiento de grano de maíz amarillo duro de 5642.3 kg ha⁻¹, estos valores se encuentra de acuerdo a la labranza en franja y en parcela cubiertas y sin cubiertas (limpia).

3.1.6. Rendimiento de grano al 14 % de humedad

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14% de humedad por efecto de los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

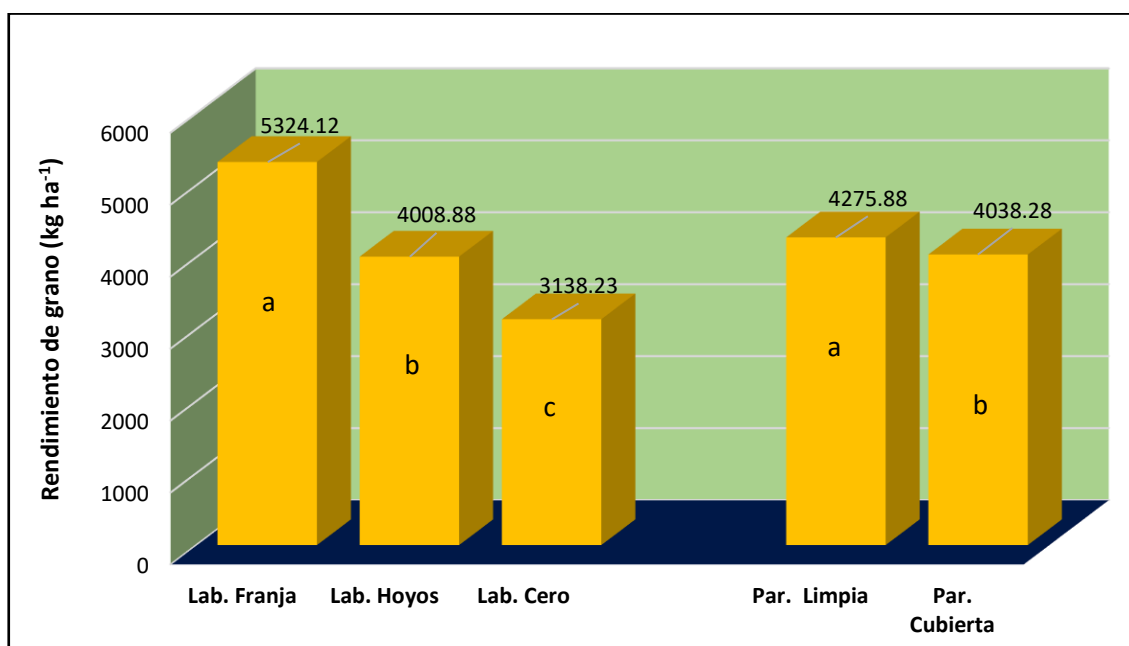
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	900778.94	4503989.47	11.25	0.0028 **
Labranza (L)	2	14531912.18	7265956.09	181.50	<0.0001**
Cobertura (C)	1	254041.92	254041.92	6.35	0.0304 *
Inter (L x C)	2	170434.86	85217.43	2.13	0.1697 ns
Error	10	400322.23	40032.22		
Total	17	16257490.13			

C.V. = 4.81 %

El peso rendimiento de grano al 14 % de humedad es la variable de gran importancia en el maíz. En la tabla 3.6 del ANVA, muestra alta significación estadística en los factores principales estudiados. Presenta un coeficiente de variación de buena precisión proporcionándonos una buena confianza en los resultados.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del Rendimiento de grano al 14 % de humedad por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.6 de la prueba de Tukey del rendimiento de grano muestra a la labranza en franja como el mejor tratamiento con un valor de 5 324.12 kg ha⁻¹ superior estadísticamente a los demás tipos de labranza y siendo la labranza cero el que tiene un menor rendimiento. También observamos que la parcela sin cubierta (limpio) supera a la parcela con cubierta muerta con un valor de 4 275.88 kg ha⁻¹. Estos resultados son el análisis en forma independiente de la labranza y el tipo de cubierta.

Reyes (2019) reporta resultados entre tratamientos: (T0 labranza tradicional, T1 labranza mínima y T2 labranza cero). Los resultados sobre las características del suelo indicando que las pruebas realizadas muestran que son no significativas ($p > 0.05$) por lo que se concluye que las propiedades tienen igual comportamiento en los tres tratamientos antes mencionados a una profundidad de 0-30 cm y 30 a 60 cm. Los resultados sobre la productividad del cultivo fue la labranza Mínima la que alcanzo un rendimiento del cultivo de 6 124 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 43%, con respecto a la labranza cero con 4 913 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 19%, y la labranza tradicional con 6 189 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 33%. La incidencia en las propiedades físicas del suelo (porosidad, densidad aparente, densidad real y humedad), no hubo diferencia estadística entre los tres tratamientos en el híbrido de maíz amarillo duro INIA-619-MEGAHÍBRIDO.

Los resultados guardan relación con los resultados del experimento en cuanto a productividad del grano con la labranza en franja y sin cubierta (parcela limpia). Este sistema de labranza de conservación que combina los beneficios de la labranza convencional con los de la labranza cero. En el maíz amarillo duro, implica labrar solo una porción estrecha del suelo donde se sembrarán las hileras de maíz, dejando el resto de la superficie del suelo sin perturbar y dejar la parcela limpia durante la siembra a la cosecha. También existe una buena respuesta cuando la parcela está cubierta con resto de cosecha. Una de las ventajas de la labranza es una menor perturbación del suelo libera menos carbono a la atmósfera.

3.2. Medidas descriptivas del maíz grano al 14 % de humedad

Tabla 3.7

Medidas descriptivas de las variables relacionadas al rendimiento, Índice de prolificidad, número, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de maíz duro. Pichari 561 msnm

Variables	Cobertura			Sin cobertura (Limpio)		
	L. Cero	L. Hoyo	L. Franja	L. Cero	L. Hoyo	L. Franja
Prolificidad						
Promedio	0.95	0.98	1.5	1.1	1.2	1.6
Rango	0.90-1.00	0.95-1.05	1.4-1.6	0.95-1.20	1.10-1.31	1.21-1.65
Nº Hileras						
Promedio	14.2	14.3	14.6	14.2	14.6	15.3
Rango	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16
% de desgrane						
Promedio	0.74	0.76	0.80	0.82	0.82	0.84
Rango	0.72-0.76	0.71-0.76	0.75-0.82	0.78-0.85	0.77-0.85	0.82-0.86

En la tabla 3.7 se observa las medidas descriptivas, donde los tratamientos sin cobertura, es decir las parcelas limpias de malezas son la de mayor valor en todas las variables en estudio. Además, la labranza en fajas se comporta con mayor índice de desgrane que llega un 0.84 que explica la relación de grano y tuza, esto es de 100 g de peso de mazorca, 84 g es grano de maíz, finalmente los mayores índices de prolificidad son los de la labranza en franjas al aplicar cobertura o tener la parcela limpia.

CONCLUSIONES

1. En la altura de planta se observa en forma independiente que la mayor altura de planta (2.74 cm) se obtiene con la labranza en franja, superando a los demás tipos de labranza. En la longitud y diámetro de mazorca, también se observa el mayor valor con este mismo tipo de labranza, obteniendo 17 y 4.70 cm, respectivamente. En el peso de 1000 semilla la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza, con un valor de 371.47 g, esto con cualquier tipo de cobertura vegetal.
2. El mayor rendimiento en grano, de 5 324.12 kg ha⁻¹, se obtuvo con la labranza en franja, que es superior a los demás tipos de labranza, siendo la labranza cero el que obtuvo el menor rendimiento, el rendimiento sin cubierta (limpio) supera al de cubierta muerta.
3. El mayor índice de desgrane y de prolificidad se obtuvieron en el cultivo sin cobertura, pero limpias de maleza y en labranza en fajas, con valores de 0.84 y 1.6, respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la labranza en franja sin cobertura, es decir con la parcela limpia, en el cultivo del maíz híbrido.
- Realizar trabajos con manejo de fertilización en el tipo de labranza en fajas siempre en cultivo limpio.
- Realizar trabajos de investigación con variedades locales de maíz por ser de alta rusticidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C., Reicosky, D. C., Ribeiro, M. F., Justice, S. E. & Hobbs, P. R. (2008). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación*. ACRIBIA S.A. https://www.editorialacribia.com/libro/siembra-con-labranza-cero-en-la-agricultura-de-conservacion_53686/
- Benites, J. J. R. 2013. Agricultura de conservación. Una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales. Lima, Perú. https://www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/SegundoDesayunoAgrario2013.pdf
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – CENTA. (2015). *Cobertura vegetal*. Proyecto para el apoyo de pequeños agricultores de la zona oriental (PROPA-Oriente) El Salvador. https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_08.pdf
- Centro Peruano de Estudios Sociales – CEPES. (2008). Maíz amarillo duro: mejor en la costa, igual de mal en la selva. *La Revista Agraria N° 99 - Agrodata*. Lima, Perú. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/cepes/20100330024134/agra99.pdf>
- Dávalos, A. A. D. (2017). *Diversidad de maíz (Zea mays L.) en la selva peruana*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2829/F01-D38-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO (2002). *Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África*. Servicio de Gestión de la Nutrición de la Tierra y las Plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Boletín de suelos de la FAO 78. <https://books.google.com.pe/books?id=tqviMPucWc0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- FAO. *Agricultura de conservación*. (s.f). Viale delle Terme di Caracalla – 00100 Roma, Italia. <http://www.fao.org/ag/ca/doc/Y3783s.pdf>
- Gálvez, G. Y. (2021). *Agricultura de conservación en la producción de arveja (Pisum sativum L.) en grano verde, Ayacucho, 2016*. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4865>
- García, R. D. Y., Cárdenas, J. F., & Silva, P. A. (2018). Evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un Inceptisol.

- Artículo de Investigación. Ciencias del Suelo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 16-25. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n1/0120-0135-rcia-35-01-00016.pdf>
- Hidalgo, M. E. 2013. *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. MINAGRI. Lima, Perú. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/149/1/Cultivo_maiz_amarillo_2013.pdf
- Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA. (2019). *Hibrido simple de maíz amarillo duro INIA 619 – Megahibrido*. Dirección de Investigación Agraria. Subdirección de Innovación Agraria de Cultivos. Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo <http://www.inia.gob.pe/wp->
- Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA. (2021). *Nuevo híbrido simple de maíz amarillo duro INIA 626 – AKIRA*. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario. Estación Experimental K.M. Donoso – Huaral – Lima. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1583/1/Nueva%20variedad%20de%20Ma%c3%adz%20Amarillo%20Duro%20INIA%20626%20-%20Akira.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación y extensión Agraria (2020) *Hibrido simple INIA-605 “Peru”*. Estación Experimental Agraria. Vista la Florida, Chiclayo-Peru. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maizamarillo-duro/INIA_605.pdf https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amarillo-duro/INIA_619.pdf
- López, H. (2015). *Labranza cero y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo*. Tesis de grado. Universidad Privada César Vallejo. Repositorio UCV-Institucional <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10856>
- Mamani, P., Saavedra, A., & Botello, R. (2015). *La agricultura de conservación. Una alternativa contra la adversidad del cambio climático sobre los suelos de la región andina*. Informe Compendio 2011-2014. Cochabamba – Bolivia. Fundación PROINPA, 67-73. <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/10fcc2ec-f81b-48e8-8080-68ebb654563f/La-agricultura-de-conservacion-Una-alternativa-con.aspx>

- Mendieta, E. E. (2015). *Control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maíz morado (Zea mays L.) Cangari 2320 msnm Huanta- Ayacucho*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/865/1/Tesis%20Ag1132_Men.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. (2018). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Maíz Amarillo Duro*. Ficha técnica N° 19. <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/material-de-divulgacion/fichas-tecnicas/2018/40-requerimientos-agroclimaticos-de-maiz-amarillo-duro/file>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (2002). *Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y África*. Servicio de Gestión de la Nutrición de la Tierra y las Plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Boletín de suelos de la FAO 78.
- Poma, R. J. G. (2020). *labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4547/1/TESIS%20AF14_Pom.pdf
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural AGRORURAL. (s.f.). *El suelo y la cobertura vegetal*. Lima, Perú.
- Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos - PRONAMACHCS. (2004). *Manejo y conservación del suelo. Fundamentos y Prácticas*. Ministerio de Agricultura.
- Proyecto LUPE. 1987. Manual práctico de manejo de suelos en ladera.
- Raudes, M. & Sagastume, N. (2009). *Manual de conservación de suelos*. Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_3_Manual_Conservacion_de_Suelos..pdf
- Reyes, K. A. (2019) *Influencia de las labranzas cero, mínima y tradicional en las propiedades físicas del suelo y su incidencia en la producción del maíz (Zea mays L.) INIA 619 Megahibrido, en el predio Chuin Bajo-INIA-EEA-Vista Florida-Anexo Paiján*: Universidad Nacional de Trujillo

- Saldaña, R. M. (2014). *Tres tipos de cobertura vegetal y su efecto sobre las características de un suelo degradado*. [Tesis de pregrado]. Universidad de la Amazonía Peruana.
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3367>
- Tapia, M., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO*. Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima, Perú.
<https://www.fao.org/3/ai185s/ai185s.pdf>
- Torres, G. P. F. (2018). *El despanojado en el índice de tinción en la tusa de maíz morado (Zea mays L.). Canaán 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3097/1/TESIS%20AG1226_Tor.pdf
- Vásquez, V. A. *Manejo de cuencas altoandinas*. Tomo 2. (2000). Universidad Nacional agraria La Molina.
- Verhulst, N., François, I., & Govaerts, B. (2015). *Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables?*. Programa de Agricultura de Conservación del CIMMYT de México.
<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 01. Preparación de la parcela experimental de la EPIAF-Pichari



Fotografía 02. Delimitación de las unidades experimentales y el Surcado en la Parcela



Fotografía 03. Delimitación de las unidades experimentales



Fotografía 04. Surcado de las unidades experimentales según tratamientos



Fotografía 05. Siembra del maíz Híbrido por tipo de densidades



Fotografía 06. Siembra del maíz Híbrido cobertura en cada unidad muestral



Fotografía 07. Siembra de maíz Híbrido por unidad experimental por tipo de densidad



Fotografía 08. Fertilización en cada unidad experimental por tipo de densidades



Fotografía 09. Control de malezas



Fotografía 10. Inflorescencia masculina



Fotografía 11. Altura del maíz en las unidades muestrales según tratamientos



Fotografía 12. Altura del maíz 2.90 m



Fotografía 13. Peso del grano húmedo del maíz



Fotografía 14. Altura total del maíz por unidades muestrales



Fotografía 15. Medida de la altura de planta y altura de la mazorca



Fotografía 16. Medida de la altura de planta y altura de la mazorca



Fotografía 17. Mazorca de maíz por unidades muestrales























Fotografía 18. Medida del diámetro de la mazorca de maíz por unidades muestrales

Anexo 2. Registro de datos, análisis estadístico con el software infostat

Datos ordenados para INFOSTAT									
Bloque	Labranza	Cubierta	Alt Planta	Alt a Mazorca	Long. Mazorca	Dia. Mazorc	Peso 1000 S	Rdto grano	
I	Lcero	Limpio	2.23	1.15	15.60	4.12	335.6	3356.5	
I	Lcero	Cubietta	2.10	1.11	14.85	4.10	325.6	3256.6	
I	Lhoyos	Limpio	2.73	1.32	18.50	4.55	345.8	4568.3	
I	Lhoyos	Cubietta	2.59	1.17	15.50	4.20	336.5	4125.6	
I	Lfranja	Limpio	2.79	1.42	18.21	4.75	378.9	5687.6	
I	Lfranja	Cubietta	2.65	1.26	15.42	4.25	365.8	5478.6	
II	Lhoyos	Limpio	2.78	1.34	15.67	4.36	347.8	4125.6	
II	Lhoyos	Cubietta	2.65	1.25	15.71	4.18	332.8	3875.6	
II	Lfranja	Limpio	2.85	1.38	17.36	4.70	375.8	5786.9	
II	Lfranja	Cubietta	2.67	1.25	16.21	4.20	355.9	5147.5	
III	Lcero	Limpio	2.25	1.18	15.82	4.18	332.5	2875.9	
III	Lcero	Cubietta	2.11	1.13	15.65	4.05	326.9	3126.8	
III	Lhoyos	Limpio	2.68	1.27	17.52	4.54	336.8	3568.9	
III	Lhoyos	Cubietta	2.62	1.20	16.76	4.24	328.9	3789.3	
III	Lfranja	Limpio	2.81	1.45	17.60	4.65	382.6	5256.4	

Continua...

 Archivo
  Edición
  Datos
  Resultados
  Estadísticas
  Gráficos
  Ventanas
  Ayuda

AP 18 1.00 0.99 0.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.16	7	0.17	289.45	<0.0001
Bloque	0.01	2	0.01	10.20	0.0038
Labranza	1.06	2	0.53	926.69	<0.0001
Cubierta	0.09	1	0.09	149.28	<0.0001
Labranza*Cubierta	1.7E-03	2	8.7E-04	1.52	0.2644
Error	0.01	10	5.7E-04		
Total	1.17	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03786
 Error: 0.0006 gl: 10

Labranza	Medias	n	E.E.	
Lfranja	2.74	6	0.01	A
Lhoyos	2.68	6	0.01	B
Lcero	2.20	6	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02513
 Error: 0.0006 gl: 10

Cubierta	Medias	n	E.E.	
Limpio	2.61	9	0.01	A
Cubietta	2.47	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06784
 Error: 0.0006 gl: 10

Labranza	Cubierta	Medias	n	E.E.	
Lfranja	Limpio	2.82	3	0.01	A
Lhoyos	Limpio	2.73	3	0.01	B
Lfranja	Cubietta	2.67	3	0.01	B C
Lhoyos	Cubietta	2.62	3	0.01	C
Lcero	Limpio	2.27	3	0.01	D
Lcero	Cubietta	2.12	3	0.01	E

ANAVA

J-R Port = disabled/LE

InfoStat/L - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Ap

AM 18 0.93 0.88 3.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.20	7	0.03	18.83	0.0001
Bloque	5.8E-04	2	2.9E-04	0.19	0.8294
Labranza	0.14	2	0.07	44.59	<0.0001
Cubierta	0.06	1	0.06	38.89	0.0001
Labranza*Cubierta	0.01	2	2.5E-03	1.68	0.2358
Error	0.02	10	1.5E-03		
Total	0.21	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06161
 Error: 0.0015 gl: 10
 Labranza Medias n E.E.

Labranza	Medias	n	E.E.	
Lfranja	1.34	6	0.02	A
Lhoyos	1.26	6	0.02	B
Lcero	1.13	6	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04089
 Error: 0.0015 gl: 10
 Cubierta Medias n E.E.

Cubierta	Medias	n	E.E.	
Limpio	1.30	9	0.01	A
Cubietta	1.18	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11040
 Error: 0.0015 gl: 10
 Labranza Cubierta Medias n E.E.

Labranza	Cubierta	Medias	n	E.E.	
Lfranja	Limpio	1.42	3	0.02	A
Lhoyos	Limpio	1.31	3	0.02	A B
Lfranja	Cubietta	1.26	3	0.02	B C
Lhoyos	Cubietta	1.21	3	0.02	B C
Lcero	Limpio	1.17	3	0.02	C D
Lcero	Cubietta	1.09	3	0.02	D

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

InfoStat/L - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventana

00 00 A A^ A^

Lmazorca 18 0.72 0.52 4.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.20	7	2.31	3.59	0.0337
Bloque	1.13	2	0.56	0.88	0.4463
Labranza	6.30	2	3.15	4.88	0.0331
Cubierta	8.45	1	8.45	13.09	0.0047
Labranza*Cubierta	0.32	2	0.16	0.25	0.7831
Error	6.45	10	0.65		
Total	22.65	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.27123
 Error: 0.6452 gl: 10

Labranza Medias n E.E.

Lfranja	16.85	6	0.33	A
Lhoyos	16.61	6	0.33	A B
Lcero	15.49	6	0.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.84366
 Error: 0.6452 gl: 10

Cubierta Medias n E.E.

Limpio	17.00	9	0.27	A
Cubietta	15.63	9	0.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.27787
 Error: 0.6452 gl: 10

Labranza Cubierta Medias n E.E.

Lfranja	Limpio	17.72	3	0.46	A
Lhoyos	Limpio	17.23	3	0.46	A
Lcero	Limpio	16.06	3	0.46	A B
Lhoyos	Cubietta	15.99	3	0.46	A B
Lfranja	Cubietta	15.98	3	0.46	A B
Lcero	Cubietta	14.93	3	0.46	B

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventana

00 00 A A+ A- [Print] [Back] [Grid]

Dmazorca 18 0.97 0.95 1.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.85	7	0.12	46.52	<0.0001
Bloque	0.01	2	4.0E-03	1.55	0.2601
Labranza	0.38	2	0.19	73.08	<0.0001
Cubierta	0.34	1	0.34	130.25	<0.0001
Labranza*Cubierta	0.12	2	0.06	23.06	0.0002
Error	0.03	10	2.6E-03		
Total	0.87	17			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08074
 Error: 0.0026 gl: 10
 Labranza Medias n E.E.

Lfranja	4.46	6	0.02	A
Lhoyos	4.35	6	0.02	B
Lcero	4.11	6	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05358
 Error: 0.0026 gl: 10
 Cubierta Medias n E.E.

Limpio	4.44	9	0.02	A
Cubietta	4.17	9	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14467
 Error: 0.0026 gl: 10
 Labranza Cubierta Medias n E.E.

Lfranja	Limpio	4.70	3	0.03	A
Lhoyos	Limpio	4.48	3	0.03	B
Lfranja	Cubietta	4.23	3	0.03	C
Lhoyos	Cubietta	4.21	3	0.03	C D
Lcero	Limpio	4.15	3	0.03	C D
Lcero	Cubietta	4.08	3	0.03	D

ANAVA ANAVA ANAVA ANAVA

J-R Port = disabled/LF

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6474.99	7	925.00	41.16	<0.0001
Bloque	30.55	2	15.27	0.68	0.5288
Labranza	5883.52	2	2941.76	130.90	<0.0001
Cubierta	482.57	1	482.57	21.47	0.0009
Labranza*Cubierta	78.35	2	39.18	1.74	0.2241
Error	224.74	10	22.47		
Total	6699.73	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.50299
 Error: 22.4739 gl: 10
 Labranza Medias n E.E.

Lfranja	371.47	6	1.94	A
Lhoyos	338.10	6	1.94	B
Lcero	329.57	6	1.94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.97938
 Error: 22.4739 gl: 10
 Cubierta Medias n E.E.

Limpio	351.56	9	1.58	A
Cubietta	341.20	9	1.58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=13.44430
 Error: 22.4739 gl: 10
 Labranza Cubierta Medias n E.E.

Lfranja	Limpio	379.10	3	2.74	A
Lfranja	Cubietta	363.83	3	2.74	B
Lhoyos	Limpio	343.47	3	2.74	C
Lhoyos	Cubietta	332.73	3	2.74	C D
Lcero	Limpio	332.10	3	2.74	C D
Lcero	Cubietta	327.03	3	2.74	D

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

InfoStat/L - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones

0.00 0.00 A A⁺ A⁻ [Print] [Close] [Grid]

Rdto 18 0.98 0.96 4.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15857167.90	7	2265309.70	56.59	<0.0001
Bloque	900778.94	2	450389.47	11.25	0.0028
Labranza	14531912.18	2	7265956.09	181.50	<0.0001
Cubierta	254041.92	1	254041.92	6.35	0.0304
Labranza*Cubierta	170434.86	2	85217.43	2.13	0.1697
Error	400322.23	10	40032.22		
Total	16257490.13	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=316.66497
 Error: 40032.2229 gl: 10

Labranza Medias n E.E.

Lfranja	5324.12	6	81.68	A
Lhoyos	4008.88	6	81.68	B
Lcero	3138.23	6	81.68	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=210.15554
 Error: 40032.2229 gl: 10

Cubierta Medias n E.E.

Limpio	4275.88	9	66.69	A
Cubietta	4038.28	9	66.69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=567.41913
 Error: 40032.2229 gl: 10

Labranza Cubierta Medias n E.E.

Lfranja	Limpio	5576.97	3	115.52	A
Lfranja	Cubietta	5071.27	3	115.52	A
Lhoyos	Limpio	4087.60	3	115.52	B
Lhoyos	Cubietta	3930.17	3	115.52	B
Lcero	Limpio	3163.07	3	115.52	C
Lcero	Cubietta	3113.40	3	115.52	C

ANAVA

J-R Port = disabled/LF

Anexo 3. Análisis de suelo de la parcela experimental

Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico transparente
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : Pichari - La Convención - Cusco
 Fecha(s) de muestreo : 10/07/2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-12
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Cnaan
 Fecha(s) de análisis : 2023-07-18 al 2023-07-26
 Cotización del servicio : 059-23-CA
 Fecha de emisión : 2023-07-27

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU1147-CA-23					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	10/07/2023 (*)					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	16:00					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	--					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	6.7			
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	13.4			
Materia Orgánica (**)	%	--	7.20			
Nitrógeno (**)	%	--	0.40			
Fósforo (**)	ppm	--	32.80			
Potasio (**)	ppm	--	130.10			
Textura (**)						
Arena	%	--	47			
Limo	%	--	34			
Arcilla	%	--	19			
Clase Textural	---	--	Franco			
Cationes Intercambiables (**)						
Al +H ⁺ (**)	meq/100 g	--	--			
Calcio (Ca) (**)	meq/100 g	--	6.51			
Magnesio (Mg) (**)	meq/100 g	--	0.38			
Potasio (K) (**)	meq/100 g	--	0.20			
Sodio (Na) (**)	meq/100 g	--	0.05			
CIC (**)	meq/100 g	--	7.15			

INFORME DE ENSAYO
N° 07168-23/SU/ LABSAF - CANAAN

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994/Cor.1:1996. Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corrigendum 1.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	ISO 11261: 1995. First edition. Soil quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores.
Potasio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. ítem 4.9.1. Pág. 62. Potasio extractable.
Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la acidez y el Aluminio intercambiable por el procedimiento de Cloruro de potasio.
Cationes Intercambiables	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12 AS-12.2000. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico y Bases intercambiables de suelo con acetato de amonio.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que Ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
 - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
 - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
 - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
 - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
 - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
 - Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia Mendoza Dávalos - Responsable del laboratorio del LABSAF Canaan



Firma
Director de la EEA Canaan

FIN DE INFORME DE ENSAYO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. LIZBETH FUENTES AUCCASIO
R.D. N° 189-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintidós días del mes de setiembre del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Dr. Brian Adonai Medina Gómez, como asesor; Ing. Eduardo Robles García y Mtro. Rodolfo Alca Mendoza; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Labranza de conservación y cobertura muerta en la productividad de maíz amarillo duro Zea mays L. Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agroforestal, presentado por la Bachiller **LIZBETH FUENTES AUCCASIO**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	15	15	15	15
Dr. Brian Adonai Medina Gómez	16	15	16	16
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024**

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
Dr. Brian Adonai Medina Gómez
Asesor


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D. N° 226-2025-UNSCH-FCA-D, de fecha 19 de agosto de 2025; hace constar que el trabajo titulado;

Labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

Autor : Lizbeth FUENTES AUCCASIO

Asesor : Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de Tesis, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecinueve por ciento (**19 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2777927021

Ayacucho, 11 de octubre de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de Investigación y tesis - FCA

Labranza de conservación y
cobertura vegetal en el
rendimiento de maíz amarillo
duro (*Zea mays* L.), Variedad
INIA 619 - Megahíbrido, Pichari,
Cusco, 2024

por Lizbeth FUENTES AUCCASIO

Fecha de entrega: 11-oct-2025 11:24a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2777927021

Nombre del archivo: Tesis_Lizbeth_Fuentes_Auccasio_EPIAF.pdf (8.41M)

Total de palabras: 18353

Total de caracteres: 95424

Labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upa.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

Lizbeth Fuentes Auccasio¹

lisbeth.fuentes.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez²

brian.medina@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El experimento se condujo en el terreno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Sede Pichari de la UNSCH, ubicado en la ciudad de Pichari, provincia La Convención, Región Cusco, con el objetivo de evaluar el efecto de la labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido y evaluar el efecto de la cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido. La conducción del experimento se realizó bajo la estación de lluvia y las labores del manejo agronómico de la labranza y cubierta vegetal muerta fueron oportunas. Los resultados encontrados fueron: En la altura de planta se observa en forma independiente alcanza una altura de 2.74 m con la labranza en franja. En la longitud y diámetro de mazorca también se observa un mayor valor con este mismo tipo de labranza obteniendo 17 cm y 4.70 cm respectivamente. En el peso de 1 000 semilla la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza con un valor de 371.47 g, esto con cualquier tipo de cobertura vegetal. En el rendimiento de grano al 14 % de humedad, muestra a la labranza en franja como el mejor tratamiento con un valor de 5 324.12 kg ha⁻¹. También observamos que la parcela sin cubierta (limpio) supera a la parcela con cubierta muerta con un valor de 4 275.88. En las medidas descriptivas los tratamientos sin cobertura, pero limpias de maleza y en labranza en fajas se comportan con mayor índice de desgrane, y mayor índice de prolificidad con valores de 0.84 y 1.6 respectivamente.

Palabra clave: Labranza, Cubierta vegetal, Franja.

Conservation tillage and plant cover in the yield of hard yellow corn (*Zea mays* L.), Variety INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

Lizbeth Fuentes Auccasio¹

lisbeth.fuentes.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez²

brian.medina@unsch.edu.pe

Research areas: Environment

Research line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

The experiment was conducted on the land of the Professional School of Agroforestry Engineering – Pichari Headquarters of the UNSCH, located in the city of Pichari, La Convencion province, Cusco Region, with the objective of evaluating the effect of conservation tillage on the yield of hard yellow corn (*Zea mays* L.) Variety INIA 619 – Megahybrid and evaluating the effect of plant cover on the yield of hard yellow corn (*Zea mays* L.) Variety INIA 619 – Megahybrid. The experiment was conducted during the rainy season and the agronomic management of the tillage and dead vegetation cover was timely. The results found were: In plant height, it is observed independently that it reaches a height of 2.74 m with strip tillage. In the length and diameter of the cob, a greater value is also observed with this same type of tillage, obtaining 17 cm and 4.70 cm respectively. In the weight of 1,000 seeds, strip tillage surpasses the other types of tillage with a value of 371.47 g, this with any type of plant cover. In grain yield at 14% humidity, it shows strip tillage as the best treatment with a value of 5 324.12 kg ha⁻¹. We also observe that the plot without cover (clean) exceeds the plot with dead cover with a value of 4 275.88. In the descriptive measurements, the treatments without cover, but clean of weeds and in strip tillage behave with a higher shattering index, and a higher prolificacy index with values of 0.84 and 1.6 respectively.

Keyword: Tillage, Vegetative cover, Strip..

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2021), señala que el maíz (*Zea mays* L.) es “uno de los principales cereales del mundo. Su volumen de producción se sitúa por delante del arroz y el trigo. Esto se debe a su alto contenido en almidones, lo que le convierte en fuente de energía por excelencia” (p. 6).

En el Perú, el maíz amarillo duro tiene gran importancia porque es el insumo primordial para la “industria procesadora de alimentos balanceados para animales y aves, sobre todo de la industria avícola. No obstante, en los últimos años, ha decrecido su participación en la generación del valor bruto de producción de la actividad agrícola” (INIA, 2021, p. 6).

Es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y el principal cultivo de los enlaces de la cadena agroalimentaria del país, porque constituye el insumo más importante para la elaboración de alimentos balanceados por poseer alto valor nutritivo y carotenos para la producción de carne de aves y cerdo (Hidalgo, 2013). Sin embargo, la producción está asociada a la agricultura tradicional, ocasionando gasto de energía fósil, que genera incremento de los costos de producción, desequilibrio ambiental y deterioro de los recursos naturales y principalmente del suelo.

Considerando que la práctica de labranza conservacionista y la aplicación de la cobertura muerta, forma parte del manejo integrado del suelo, agua, recursos biológicos disponibles, y en otros factores que intervienen en la producción agrícola, que conlleva a la conservación de la estructura del suelo y así evitar la erosión y la degradación del suelo agrícola, sin embargo, aún se desconoce el comportamiento del cultivar de maíz amarillo duro variedad INIA 619 – Megahíbrido bajo las condiciones del ecosistema de Pichari, por lo que se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general

Conocer la influencia de la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido.
2. Evaluar el efecto de la cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) Variedad INIA 619 – Megahíbrido.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El experimento se condujo en el terreno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal – Sede Pichari de la UNSCH, ubicado en la ciudad de Pichari, provincia La Convención, región Cusco. El lugar del experimento se ubica en las coordenadas 12° 31' 42.28" Latitud Sur, 73° 50' 20.05" Longitud Oeste, a una altitud de 561 msnm.

2.2. Variables

Variable independiente

a. Labranza de conservación

Indicadores

- ✓ Labranza cero
- ✓ Labranza mínima en hoyos
- ✓ Labranza mínima en franjas

b. Cobertura muerta

Indicadores

- ✓ Sin cobertura muerta
- ✓ Con cobertura muerta

Variable dependiente

Productividad de “maíz amarillo duro” *Zea mays* L.

- ✓ Altura de planta (cm)
- ✓ Altura de planta a la mazorca (cm)
- ✓ Longitud de mazorca (cm)
- ✓ Diámetro de mazorca (cm)
- ✓ Peso de 1000 semillas (g)
- ✓ Rendimiento de grano kg ha^{-1}
- ✓ Medidas descriptivas (índice de prolificidad, índice de desgrane)

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por cada una de las parcelas de cultivo de maíz amarillo duro variedad INIA 619 Megahíbrido, instalados según los factores en estudio, empleando tipos de labranza y cobertura.

a.1. Labranza de conservación

- l1 : Labranza cero
- l2 : Labranza mínima en hoyos
- l3 : Labranza mínima en franjas

a.2. Cobertura muerta

c1 : Sin cobertura muerta

c2 : Con cobertura muerta

2.4. Tratamientos

De la combinación de los factores en estudio, se tiene los siguientes tratamientos:

Tabla 2.1

Tratamiento de la investigación

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 = 11 x c1	Labranza cero x Sin cobertura muerta
2	T2 = 11 x c2	Labranza cero x Con cobertura muerta
3	T3 = 12 x c1	Labranza mínima en hoyos x Sin cobertura muerta
4	T4 = 12 x c2	Labranza mínima en hoyos x Con cobertura muerta
5	T4 = 13 x c1	Labranza mínima en franjas x Sin cobertura muerta
6	T4 = 13 x c2	Labranza mínima en franjas x Con cobertura muerta

2.5. Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental

En la figura 2.1, se puede apreciar el esquema de distribución al azar de las unidades experimentales en el campo experimental.

Figura 2.1

Esquema de campo experimental

I	T4	T1	T3	T5	T2	T6
II	T2	T5	T1	T6	T4	T3
III	T6	T4	T1	T3	T5	T2

2.6. Conducción del experimento

El experimento fue conducido teniendo en cuenta las diversas labores agronómicas, principalmente basado en el acondicionamiento del terreno, tratamiento de las semillas, siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas y enfermedades, cosecha y las evaluaciones correspondientes.

2.7. Diseño experimental y análisis estadístico

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 6 tratamientos, con arreglo factorial 3 tipos de labranza de conservación por 2 tipos de cobertura muerta, con tres repeticiones (3L x 2C x 3r), con un total de 18 unidades experimentales.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) del diseño experimental es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es el valor observado de la i -ésima labranza de conservación, en la j -ésima cobertura vegetal, en la k -ésima repetición.

μ : Media general

β_k : Efecto de la k -ésima repetición o bloque.

α_i : Efecto de la i -ésima labranza de conservación.

δ_j : Efecto de la j -ésima cobertura vegetal.

$\alpha\delta_{ij}$: Efecto de la interacción entre la i -ésima labranza de conservación con la j -ésima cobertura de vegetal.

ϵ_{ijk} : Error experimental.

En el análisis estadístico, se efectuó el análisis de varianza de los factores en estudio y su correspondiente prueba de contraste; las otras variables de interés fueron analizadas mediante las medidas de asociación, es decir prueba de independencia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de planta

Tabla 3.1

Análisis de variancia de la altura de planta de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024

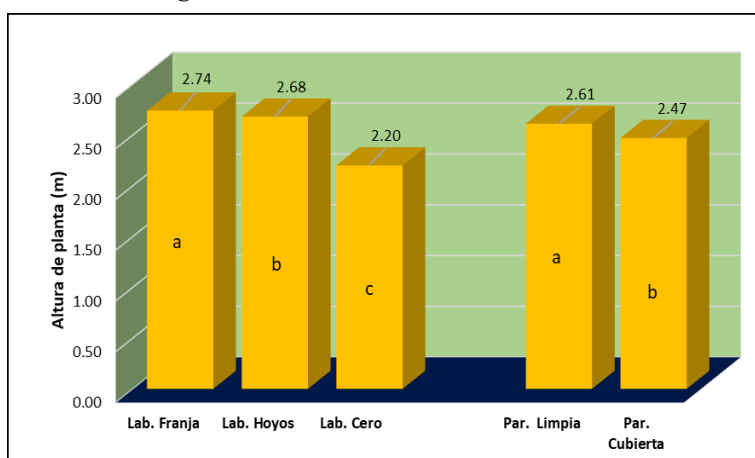
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.005	10.20	0.0038 **
Labranza (L)	2	1.06	0.53	926.69	<0.0001 **
Cobertura (C)	1	0.09	0.09	149.28	<0.0001 **
Inter (L x C)	2	0.0017	0.00087	1.52	0.2644 ns
Error	10	0.01	0.00057		
Total	17	1.17			

C.V. = 0.94 %

La tabla 3.1 del análisis de variancia de la altura de planta de los diferentes tratamientos se observa alta significación estadística en los efectos principales de tipos de labranza y la cobertura vegetal, resultado que permite el análisis de los efectos mencionados. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.1 de la prueba de Tukey muestra la altura de planta donde la labranza en franja supera estadísticamente a los demás tipos de labranza con un valor de 2.74 m de altura de planta, la labranza cero es la que tiene una menor altura de planta; estos valores en cualquier tipo de cobertura con parcela cubierta o con parcela limpia. La parcela limpia es la que tiene una mayor altura con un valor de 2.61m.

El INIA (2019) explica que el Megahibrido – 619 INIA es un híbrido simple cuya adaptación con buenos rendimientos se da en la costa y en la selva del Perú. En su ficha técnica entre otras características menciona que alcanza una altura de planta de 240 cm ± 10 cm. En el presente experimento muestra un mayor valor altura este valor de la diferencia encontrada es por la medida efectuada por el suscrito en vista que se midió hasta la inserción de la panoja. Este híbrido por la altura alcanzada en la labranza en franja con cualquier cobertura demuestra su utilidad como forraje para los animales después de la cosecha de la mazorca.

3.2. Altura de planta a la mazorca

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta a la mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahibrido, Pichari, Cusco, 2024

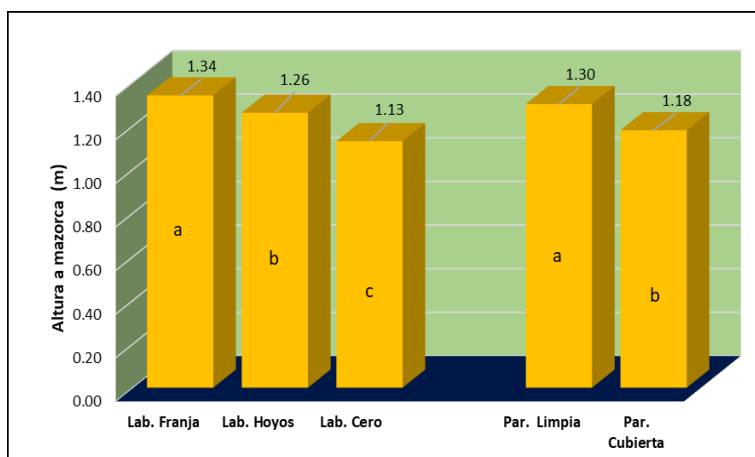
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.00058	0.00029	0.19	0.8294 ns
Labranza (L)	2	0.14	0.07	44.59	<0.0001 **
Cobertura (C)	1	0.06	0.06	38.89	0.0001 **
Inter (L x C)	2	0.01	0.0025	1.68	0.2358 ns
Error	10	0.02	0.0015		
Total	17	0.21			

C.V. = 3.14 %

La altura a la mazorca en la tabla 3.2 se observa el ANVA, donde existe alta significación estadística en los factores de tipos labranza y formas de cobertura vegetal. Se tiene un coeficiente de variación que indica buena precisión del experimento.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura a la mazorca por los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



En la figura 3.2 de la prueba de Tukey se la altura a mazorca se observa en forma independiente la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza en la variable mencionada con un valor de 1.34 m. Las parcelas sin cobertura (limpio) es la que tiene una mayor altura con un valor de 1.30 m.

Como expresa Chura & Estrada (2014) en la evaluación de 16 híbridos de maíz amarillo duro en la UNA-la Molina a 550 msnm, encontró una gran variación en la altura a la mazorca con un rango de 0.85 a 0.65 m. En nuestro experimento conducido en Pichari a 640 msnm se alcanzó mayores valores que se puede justificar por el tipo de labranza y cobertura, Además, por la altura de planta alcanzada que sobrepasa los 2.70 m. La altura a la mazorca principal es de gran importancia en la facilidad a la cosecha. En consecuencia, es un valor descriptivo característica de los híbridos comerciales.

3.3. Longitud de mazorca

Tabla 3.3

Análisis de variancia de longitud de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

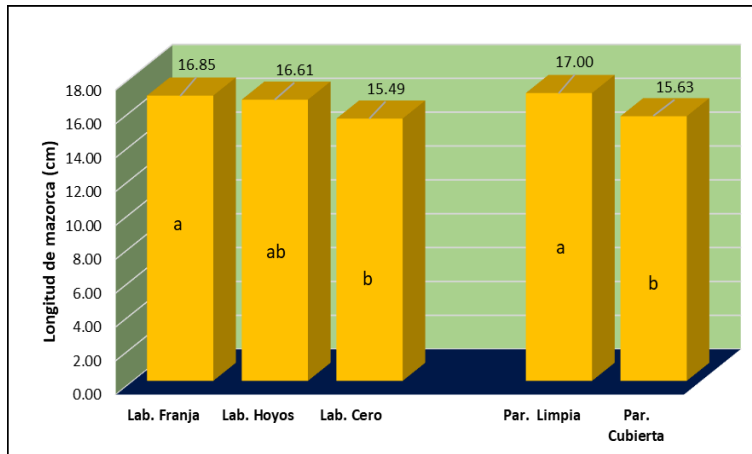
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.13	0.56	0.88	0.4463 ns
Labranza (L)	2	6.30	3.15	4.88	0.0331 *
Cobertura (C)	1	8.45	8.45	13.09	0.0047 **
Inter (L x C)	2	0.32	0.16	0.25	0.7831 ns
Error	10	6.45	0.65		
Total	17	22.65			

C.V. = 4.92 %

La tabla 3.3 el ANVA de la longitud de mazorca, muestra significación estadística en los tipos de labranza y alta significación estadística en las coberturas. Este resultado permite el análisis de los efectos principales. Además, observamos un coeficiente de variancia de buena precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de mazorca en el maíz amarillo duro por los tipos labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco



La figura 3.3 de la prueba de Tukey muestra sobre la longitud de mazorca, la superioridad estadística para el efecto principal de la labranza en franja en cualquier tipo de cubierta con un valor de 16.85 cm. Al estudiar en forma independiente el tipo de cobertura es la forma limpia es la muestra una mayor longitud con un valor de 17 cm superando estadísticamente a la parcela cubierta con material vegetal muerta.

Poma (2020) en Pichari a 550 msnm, reporta sobre la longitud de mazorca en el híbrido Marginal 28 T un valor de 16.53 cm, valor encontrado con la labranza mínima individual que consistió en la práctica de labrar el suelo en lo mínimo posible para el establecimiento del cultivo, utilizando pala recta de modo que la semilla se coloca en el suelo mínimamente labrada. Esta labor acompañada con la aplicación de mulch al 50 % al estado de cogollo del maíz. Valor encontrado similar a nuestro experimento, Cuando se aplica una labranza en franjas con cualquier tipo de cobertura, es decir cobertura con vegetal muerto o sin cobertura cultivo limpio.

3.4. Diámetro de mazorca

Tabla 3.4

Análisis de variancia del diámetro de mazorca de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

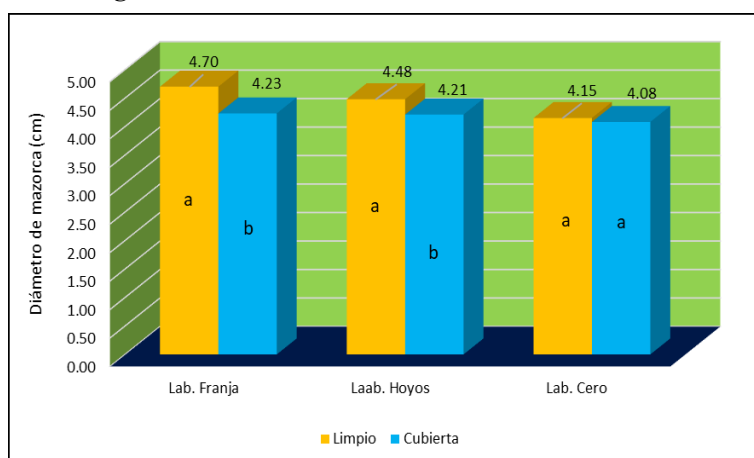
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.004	1.55	0.2601 ns
Labranza (L)	2	0.38	0.19	73.08	<0.0001**
Cobertura (C)	1	0.34	0.34	130.25	<0.0001**
Inter (L x C)	2	0.12	0.06	23.06	0.0002 **
Error	10	0.03	0.0026		
Total	17	0.87			

C.V. = 1.18 %

La tabla 3.4 del Análisis de variancia muestra alta significación estadística en los efectos principales, también se observa en la interacción, esto permite el análisis de los efectos simples de labranza en cada tipo de cobertura. El coeficiente de variación muestra un valor de buena precisión.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro de mazorca en cultivo limpio en cada tipo de labranza de conservación en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de los tipos de cobertura vegetal, sin cobertura (limpio) en cada método de labranza. Los tratamientos con el cultivo sin cobertura (limpio) es el que muestra un mayor diámetro de mazorca en el método de labranza en franja es el que tiene el mayor diámetro de mazorca con un valor de 4.70 cm. La labranza cero es el que muestra un menor diámetro de mazorca.

El INIA (2020) menciona las características morfológicas del híbrido simple, INIA-605-Perú: tiene un grano de color anaranjado, semi dentado, de 10.42 mm de longitud, 11.91 mm de ancho, 4.16 mm de espesor, con una longitud de mazorca de 17.36 cm y un diámetro de mazorca en la parte media de 4.77 cm. No presenta problemas de tumbado de plantas. El

ámbito de desarrollo del cultivo es rango de adaptación abarca desde la costa, sierra media y selva. Los datos mostrados en el presente experimento son similares cuando se tiene una labranza en franja y sin cubierta (limpio) mostrando un valor del diámetro de 4.70 cm. Es muy conocido la respuesta al tipo de labranza en la variable mencionada. Esta variable esta expresado en forma práctica con el grosor de la mazorca y su respectivo peso.

3.5. Peso de 1000 semillas

Tabla 3.5

Análisis de variancia del peso de 1000 semillas de tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

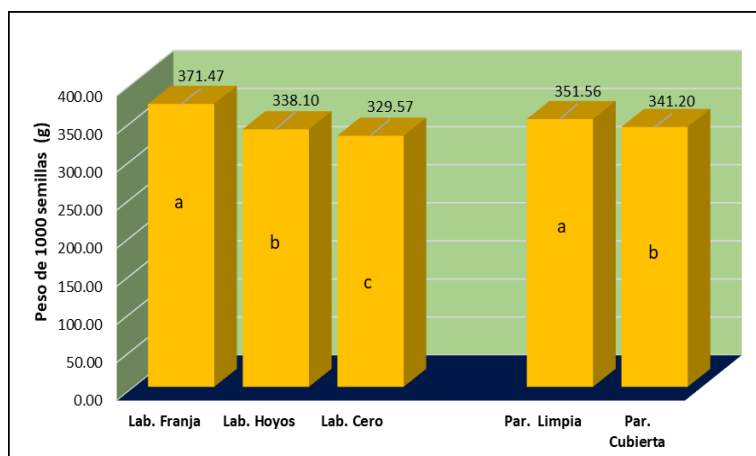
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	30.55	15.27	0.68	0.5288 ns
Labranza (L)	2	5883.52	2941.76	130.90	<0.0001**
Cobertura (C)	1	482.57	482.57	21.47	0.0009 **
Inter (L x C)	2	78.35	39.18	1.74	0.2241 ns
Error	10	224.74	22.47		
Total	17	6699.73			

C.V. = 1.37 %

El peso de 1000 semillas es una variable de gran importancia en el maíz. En la tabla 3.5 del ANVA, muestra alta significación estadística en los factores principales estudiados. Presenta un coeficiente de variación de buena precisión.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales del peso de 1000 semillas en el maíz amarillo duro por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.5 de la prueba de Tukey del peso de 1000 semilla muestra que el tipo de labranza en franja supera estadísticamente a los demás tipos de labranza con un valor de 371.47 g esto con cualquier tipo de cobertura vegetal. En esta última variable de la cobertura, las parcelas sin cobertura (limpio) supera estadísticamente con un valor de 351.56 g a las parcelas con cobertura muerta.

López (2015) en su trabajo experimenta en la localidad de Chiclayo obtuvo mayores resultados utilizando el sistema de labranza cero que en el de labranza convencional. Considerando que los resultados de la labranza cero fueron mejores que labranza convencional en altura de planta, rendimiento del maíz amarillo duro y el peso de 1000 semillas, es que se acepta la hipótesis alternativa y por ende se rechaza la hipótesis nula; significando por ello que la labranza cero tiene mejores resultados en tamaño, grano (350.65 g) y rendimiento de grano de maíz amarillo duro de 5642.3 kg ha⁻¹, estos valores se encuentra de acuerdo a la labranza en franja y en parcela cubiertas y sin cubiertas (limpia).

3.6. Rendimiento de grano al 14 % de humedad

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento de grano al 14% de humedad por efecto de los tipos de labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024

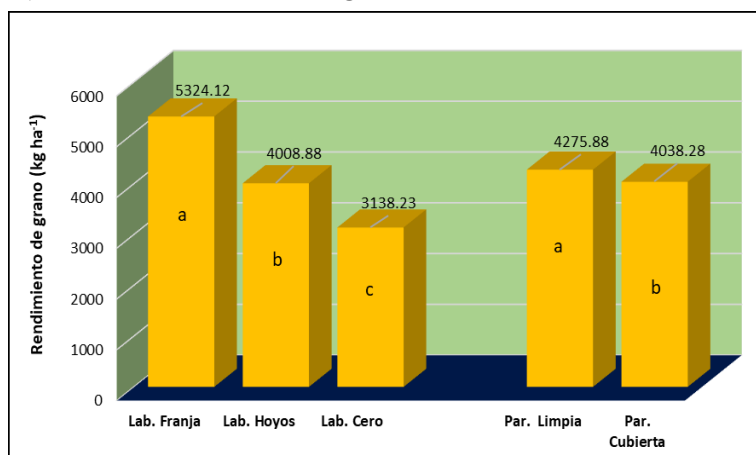
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	900778.94	4503989.47	11.25	0.0028 **
Labranza (L)	2	14531912.18	7265956.09	181.50	<0.0001**
Cobertura (C)	1	254041.92	254041.92	6.35	0.0304 *
Inter (L x C)	2	170434.86	85217.43	2.13	0.1697 ns
Error	10	400322.23	40032.22		
Total	17	16257490.13			

C.V. = 4.81 %

El peso rendimiento de grano al 14 % de humedad es la variable de gran importancia en el maíz. En la tabla 3.6 del ANVA, muestra alta significación estadística en los factores principales estudiados. Presenta un coeficiente de variación de buena precisión proporcionándonos una buena confianza en los resultados.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales del Rendimiento de grano al 14 % de humedad por la labranza de conservación y cobertura vegetal en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad INIA 619 - Megahíbrido, Pichari, Cusco, 2024



La figura 3.6 de la prueba de Tukey del rendimiento de grano muestra a la labranza en franja como el mejor tratamiento con un valor de 5 324.12 kg ha⁻¹ superior estadísticamente a los demás tipos de labranza y siendo la labranza cero el que tiene un menor rendimiento. También observamos que la parcela sin cubierta (limpio) supera a la parcela con cubierta muerta con un valor de 4 275.88 kg ha⁻¹. Estos resultados son el análisis en forma independiente de la labranza y el tipo de cubierta.

Reyes (2019) reporta resultados entre tratamientos: (T0 labranza tradicional, T1 labranza mínima y T2 labranza cero). Los resultados sobre las características del suelo indicando que las pruebas realizadas muestran que son no significativas ($p > 0.05$) por lo que se concluye que las propiedades tienen igual comportamiento en los tres tratamientos antes mencionados a una profundidad de 0-30 cm y 30 a 60 cm. Los resultados sobre la productividad del cultivo fue la labranza Mínima la que alcanzo un rendimiento del cultivo de 6 124 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 43%, con respecto a la labranza cero con 4 913 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 19%, y la labranza tradicional con 6 189 kg ha⁻¹, con una rentabilidad de 33%. La incidencia en las propiedades físicas del suelo (porosidad, densidad aparente, densidad real y humedad), no hubo diferencia estadística entre los tres tratamientos en el híbrido de maíz amarillo duro INIA-619-MEGAHIBRIDO.

Los resultados guardan relación con los resultados del experimento en cuanto a productividad del grano con la labranza en franja y sin cubierta (parcela limpia). Este sistema de labranza de conservación que combina los beneficios de la labranza convencional con los de la labranza cero. En el maíz amarillo duro, implica labrar solo una porción estrecha del suelo donde se sembrarán las hileras de maíz, dejando el resto de la superficie del suelo sin perturbar y dejar la parcela limpia durante la siembra a la cosecha. También existe una buena respuesta cuando la parcela está cubierta con resto de cosecha. Una de las ventajas de la labranza es una menor perturbación del suelo libera menos carbono a la atmósfera.

3.7. Medidas descriptivas del maíz grano al 14 % de humedad

Tabla 3.7

Medidas descriptivas de las variables relacionadas al rendimiento, Índice de prolificidad, número, hileras por mazorca, porcentaje de desgrane de maíz duro. Pichari 561 msnm

Variables	Cobertura			Sin cobertura (Limpio)		
	L. Cero	L. Hoyo	L. Franja	L. Cero	L. Hoyo	L. Franja
Prolificidad						
Promedio	0.95	0.98	1.5	1.1	1.2	1.6
Rango	0.90-1.00	0.95-1.05	1.4-1.6	0.95-1.20	1.10-1.31	1.21-1.65
N° Hileras						
Promedio	14.2	14.3	14.6	14.2	14.6	15.3
Rango	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16
% de desgrane						
Promedio	0.74	0.76	0.80	0.82	0.82	0.84
Rango	0.72-0.76	0.71-0.76	0.75-0.82	0.78-0.85	0.77-0.85	0.82-0.86

En la tabla 3.7 se observa las medidas descriptivas, donde los tratamientos sin cobertura, es decir las parcelas limpias de malezas son la de mayor valor en todas las variables en estudio. Además, la labranza en fajas se comporta con mayor índice de desgrane que llega un 0.84 que explica la relación de grano y tuza, esto es de 100 g de peso de mazorca, 84 g es grano de maíz, finalmente los mayores índices de prolificidad son los de la labranza en franjas al aplicar cobertura o tener la parcela limpia.

CONCLUSIONES

1. En la altura de planta se observa en forma independiente que la mayor altura de planta (2.74 cm) se obtiene con la labranza en franja, superando a los demás tipos de labranza. En la longitud y diámetro de mazorca, también se observa el mayor valor con este mismo tipo de labranza, obteniendo 17 y 4.70 cm, respectivamente. En el peso de 1000 semilla la labranza en franja supera a los demás tipos de labranza, con un valor de 371.47 g, esto con cualquier tipo de cobertura vegetal.
2. El mayor rendimiento en grano, de 5 324.12 kg ha⁻¹, se obtuvo con la labranza en franja, que es superior a los demás tipos de labranza, siendo la labranza cero el que obtuvo el menor rendimiento, el rendimiento sin cubierta (limpio) supera al de cubierta muerta.
3. El mayor índice de desgrane y de prolificidad se obtuvieron en el cultivo sin cobertura, pero limpias de maleza y en labranza en fajas, con valores de 0.84 y 1.6, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hidalgo, M. E. 2013. *Manejo técnico del cultivo de maíz amarillo duro en la región San Martín*. MINAGRI. Lima, Perú. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/149/1/Cultivo_maiz_amarillo_2013.pdf
- Instituto Nacional de Investigación y extensión Agraria (2020) *Hibrido simple INIA-605 "Peru"*. Estación Experimental Agraria. Vista la Florida, Chiclayo-Peru. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maizamarillo-duro/INIA_605.pdf https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amarillo-duro/INIA_619.pdf
- López, H. (2015). Labranza cero y convencional en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el Instituto Nacional de Innovación Agraria

- Chiclayo. Tesis de grado. Universidad Privada César Vallejo. Repositorio UCV-Institucional <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10856>
- Poma, R. J. G. (2020). *labranza conservacionista y mulch en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L.), Variedad Marginal 28 T, Pichari 550 msnm, Cusco*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4547/1/TESIS%20AF14_Pompdf
- Reyes, K. A. (2019) *Influencia de las labranzas cero, mínima y tradicional en las propiedades físicas del suelo y su incidencia en la producción del maíz (Zea mays L.) INIA 619 Megahíbrido, en el predio Chuin Bajo-INIA-EEA-Vista Florida- Anexo Paján*: Universidad Nacional de Trujillo
- Tapia, M., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO*. Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima, Perú. <https://www.fao.org/3/ai185s/ai185s.pdf>
- Torres, G. P. F. (2018). *El despanojado en el índice de tinción en la tusa de maíz morado (Zea mays L.). Canaán 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3097/1/TESIS%20AG1226_Tor.pdf
- Vásquez, V. A. *Manejo de cuencas altoandinas*. Tomo 2. (2000). Universidad Nacional agraria La Molina.