

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**MÉTODOS DE LABRANZA MECANIZADA Y NIVELES DE  
ABONAMIENTO NITROGENADO EN EL CULTIVO DE TRIGO  
(*Triticum aestivum* L). PAMPA DEL ARCO, 2760 msnm -  
AYACUCHO.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
JULIO ENRIQUE CHIPANA BARRIENTOS**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

Con el más inmenso amor, cariño, admiración y gratitud a mis padres Enrique y Juana símbolos eternos de trabajo, esfuerzo y dedicación incesantes para mi formación profesional.

A mis hermanos, Lizardo, Juana y Luz, por su comprensión, apoyo incondicional y por ser compañeros constantes de motivación y superación.

A mi principal motivación mi esposa Elizabeth y mi hija Vivian Cosette.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga nuestra alma mater, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía por haberme acogido dentro de sus aulas durante mis años de estudiante

Al Ing. Federico Quicaño Suarez, amigo y asesor de esta tesis, por su orientación y apoyo constante.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por haberme transmitido sus conocimientos y guiarme para ser mejor cada día.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Resumen	vi
Introducción	1
CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1. Generalidades	4
1.2. Sistemas de labranza	6
1.3. Ventajas de la labranza De conservación	19
1.4. Labranza de conservación en el cultivo de Trigo	22
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS	30
2.1. Ubicación geográfica	30
2.2. Antecedentes del campo experimental	30
2.3. Análisis físico – químico del suelo	31
2.4. Características climáticas	32
2.5. Diseño experimental y análisis estadístico	37
2.6. Factores en estudio	38
2.7. Tratamientos	38
2.8. Descripción del campo experimental	39
2.9. Croquis del campo experimental	41

2.10. Instalación y conducción del experimento	41
2.11. Características evaluadas	43
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1. Variables de precocidad	47
3.2. Variables de rendimiento	50
3.3. Mérito económico de los tratamientos	69
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
4.1. Conclusiones	72
4.2. Recomendaciones	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO	78

## RESUMEN

El trabajo de investigación fue instalado en el Centro Experimental de Pampa del Arco de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, entre los meses de enero a abril del 2015. El trabajo se condujo dentro de un diseño experimental de parcelas divididas, donde en las parcelas se ubicaron los métodos de labranza con tres tratamientos: arado - polirrastra; polirrastra - polirrastra y solamente polirrastra. En las sub parcelas el abonamiento nitrogenado, utilizándose cuatro niveles: sin nitrógeno (0), 40 de N, 80 de N y 120 de N. Las combinaciones de los niveles de los dos factores se instalaron en tres bloques. Siendo los objetivos del presente experimento: a) Evaluar la influencia de los métodos de labranza mecanizada y diferentes niveles de abonamiento nitrogenado en el rendimiento del cultivo de trigo en Pampa del Arco. Determinar los efectos de los métodos de labranza de suelos y diferentes niveles de abonamiento nitrogenado en la rentabilidad del cultivo de trigo en Pampa del Arco.

Las conclusiones a las que se arribaron fueron: Los métodos de labranza no han repercutido en forma significativa en la precocidad, pero en el tratamiento con labranza convencional y donde se aplicó niveles altos de Nitrógeno, la precocidad tuvo mayor variación en el número de días después de la siembra en las fases fenológicas evaluadas, la cosecha se efectuó a los 148 días, en los otros tratamientos se efectuó a los 141 días. En el número de espigas. $m^{-2}$ , variable muy relacionada al rendimiento; se observa la superioridad de esta variable por el efecto de la labranza de suelo, consistente en una pasada de arado y luego una pasada de polirrastra, aplicando  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Nitrógeno, este procedimiento proporciona  $428.8 \text{ espigas/m}^2$ . En el peso hectolitro, variable de calidad muestra para los tratamientos con labranza convencional una mejor calidad de grano y siempre que se le adicione  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Nitrógeno, proporcionando un valor de  $79.7 \text{ kg.Hl}^{-1}$ . En el peso de 1000 semillas y el número de granos.espiga $^{-1}$ , se obtuvo un promedio de  $49.0 \text{ g}$  y  $48.75$

granos.espiga<sup>-1</sup> respectivamente, estos valores se obtuvieron con la labranza convencional, adicionandose 120 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrogeno. La respuesta en el rendimiento de grano se observó en la labranza convencional con un abonamiento nitrogenado de 120 kg.ha<sup>-1</sup>; tratamiento que proporciona un rendimiento de 5575.2. kg.ha<sup>-1</sup> de grano limpio. Al utilizar el tratamiento polirrastra y en el tapado de semilla polirrastra (Labranza intermedia), con 120 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno, se obtuvo un rendimiento de 4191.0 kg.ha<sup>-1</sup> de trigo.

## INTRODUCCIÓN

Las máquinas agrícolas en general y equipos de labranza de suelos en particular, son herramientas agrícolas esenciales, que sin ellos la producción agropecuaria de los alimentos no sería posible. En algunas circunstancias lo que obstaculiza la producción de cultivos, es no disponer de la suficiente mano de obra, animales de tiro o máquinas para obtener el máximo rendimiento de los recursos de que se disponen. Por tanto, la mejora e incorporación de la tecnología mecánica y su gestión eficiente generan alternativas para aumentar la producción y la seguridad alimentaria. Tradicionalmente, el laboreo se ha considerado imprescindible para la implantación y desarrollo de un cultivo. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, la práctica agrícola tradicional se opone a la sucesión natural de los suelos por producir una perturbación reiterada en la estructura del terreno **(Cortez et al, 2009)**.

La agricultura tradicional incluye prácticas como la quema de rastrojos y el laboreo para controlar las malas hierbas; estas técnicas incrementan



considerablemente la erosión del suelo y la contaminación de los ríos con sedimentos, fertilizantes y pesticidas. Además, las prácticas de la agricultura convencional incrementan la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y reducen la materia orgánica y la fertilidad del suelo, entre otros efectos negativos para el medio ambiente **(Freitas, 2010)**.

El laboreo de conservación es esencial en zonas áridas y semiáridas, donde los contenidos del carbono de los suelos son bajos y el agua es el principal factor limitante para el desarrollo de los cultivos de secano. Esta técnica forma parte de lo que actualmente se denomina agricultura de conservación y resulta muy útil para evitar la erosión de los suelos y las pérdidas de agua por evaporación y esorrentía, al dejar cubierta la superficie del suelo con los restos del cultivo anterior **(López, 2010)**.

Una característica común en todos ellos es la sustitución del laboreo convencional con el arado de vertedera por otras formas de labrar con aperos que reducen la intensidad con la que se trabaja el suelo y que, además, mantienen en mayor o menor cuantía los residuos de las cosechas sobre el terreno. Surgen de este modo los sistemas de laboreo mínimo y de laboreo de conservación que, al depender en gran medida de los herbicidas para controlar las malas hierbas, permiten al agricultor preparar el terreno para la siembra con un número reducido de labores. Junto a estas razones técnicas y económicas, se debe considerar que la búsqueda de una reducción en los riesgos de degradar el suelo por

erosión hídrica y eólica ha sido otro de los factores que ha impulsado el desarrollo de los sistemas de laboreo alternativos al sistema convencional. Se plantea el experimento con los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia de los métodos de labranza mecanizada y diferentes niveles de abonamiento nitrogenado en el rendimiento del cultivo de trigo en Pampa del Arco
2. Determinar los niveles de abonamiento nitrogenado en la rentabilidad del cultivo de trigo en Pampa del Arco.

# **CAPITULO I**

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.1 GENERALIDADES**

La labranza de conservación, puede decirse que es un nuevo concepto en el uso y manejo de los suelos, el cual permite sembrar cualquier grano casi sin remover o labrar el suelo. Se reemplazan tradicionales herramientas de labranza como arados, rastras, cinceles y cultivadoras de diversos tipos por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces y dejar la semilla adecuadamente ubicada para su germinación y crecimiento **(Crovetto, 1999)**

Los rendimientos de los cultivos pueden ser iguales al principio por el deterioro en que se encuentra un suelo que durante largo tiempo ha sido trabajado convencionalmente, pero en un lapso de dos a tres años el suelo puede mostrar recuperación en sus características físicas (grado de compactación, infiltración del agua, etc.) y químicas (contenido de materia orgánica, salinización, etc.) en beneficio de los cultivos. Labranza de

conservación es todo sistema de manejo del suelo que deja al menos un 30% del rastrojo del cultivo anterior sobre la superficie de siembra. Al mantener el residuo de cosecha, se crea una cobertura o mantillo, el cual retendrá la humedad y aislará el suelo de temperaturas extremas **(Cortazar, 2001)**

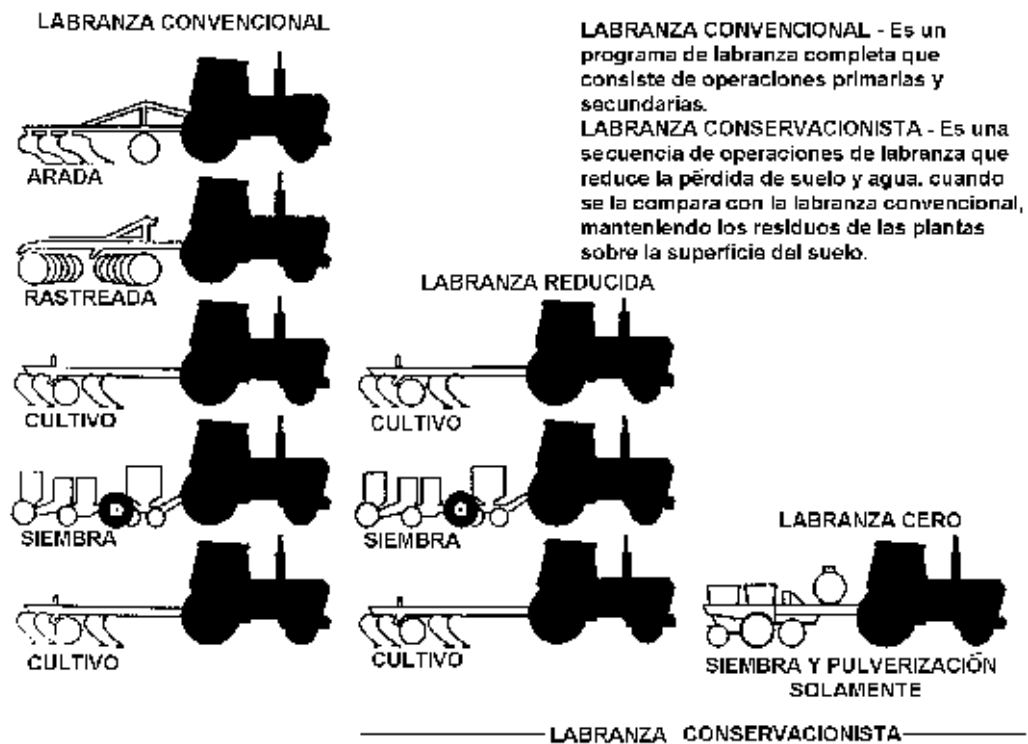
En realidad, nuestros antepasados usaban la labranza de conservación al realizar sus siembras con espeque (vara recta y pesada con uno de sus lados terminado en punta, que servía para hacer un hoyo en el suelo y colocar la semilla); la maleza la arrancaban a mano, control que ahora se puede hacer con herbicidas **(González, 1989)**.

**La FAO (2007)** precisa, que la labranza convencional, con tractores y arado, es una de las principales causas de la grave pérdida de suelos en muchos países en desarrollo. Con la difusión del uso del tractor, los campesinos comenzaron a creer que mientras más se labraran los suelos, mayores rendimientos se obtendrían. La verdad es que a mayor labranza, más erosión y degradación de los suelos, en especial en las zonas más cálidas, donde la capa superior de los suelos es más fina. En efecto, los suelos de los países tropicales en general no necesitan ararse. La forma más conveniente de labranza es dejar en la superficie una capa protectora de hojas, tallos y varas de la cosecha anterior. Los sistemas de labranza cero proporcionan cosechas más nutridas, economizan combustible y disminuyen el desgaste de los tractores.

## 1.2 SISTEMAS DE LABRANZA

### 1.2.1 Labranza convencional

El principio de la labranza convencional se basa en la inversión del suelo con el objeto de controlar las malezas, seguido por varias operaciones para la preparación de la cama de siembra; para tal fin se realiza primero la labranza primaria con los arados y luego la labranza secundaria con el uso de las rastras (**Cortez, 2009**).



**Figura.1.** Implementos para la labranza convencional y labranza conservacionista.

#### Ventajas:

Controla muy bien las malezas, menor costo de herbicidas.

Permite el control de enfermedades e insectos al enterrar los rastrojos de los cultivos.

- Facilita la incorporación de abonos, cal, pesticidas y herbicidas pre-siembra.
- Facilita el aflojamiento del perfil, de capas compactadas y costras.
- Apto para la incorporación de pastos en sistemas de rotaciones de cultivos.
- Crea una superficie rugosa que mejora la infiltración de la lluvia con solamente una arada.

**Limitaciones:**

- Los suelos quedan desnudos, y por lo tanto susceptibles al encostramiento y a la erosión hídrica y eólica.
- Requieren muchos equipos para las diferentes operaciones.
- Para ahorrar tiempo a menudo se utilizan tractores pesados y grandes que aumentan la compactación.
- Mayor consumo de combustible, tarda más para sembrar y es menos flexible cuando la época de siembra está perjudicada por el clima.
- El subsuelo puede eventualmente llegar a la superficie lo cual a su vez, si las características físicas y químicas del subsuelo no fueran favorables, podría provocar problemas de germinación y del crecimiento inicial del cultivo.
- La inversión y las muchas labranzas del suelo resultan en un suelo blando y susceptible a la compactación.
- La base de la vertedera alisa el suelo resultando en el tapado de los poros lo que perjudica la permeabilidad de la capa superficial.

- Al arar cada año a la misma profundidad se forma una zona compactada, el "piso de arado". Esto es común cuando la superficie del suelo está seca pero el contenido de humedad a 20 cm. de profundidad es aún alto.
- El alto número de labranzas para preparar la cama de siembra resulta en la pérdida de humedad; aunque al comienzo de las labranzas el suelo tuviera un contenido de humedad apropiado para la germinación, al terminar la preparación de la cama de siembra podría estar demasiado seco para poder sembrar; entonces hay que esperar otra lluvia antes de poder sembrar.

### **La maquinaria**

Se requiere un arado de vertedera o un arado de discos para la labranza primaria. Un arado de vertedera reversible aumenta la eficiencia del trabajo. Después de la labranza primaria se necesita una rastra de discos y a veces también una rastra de dientes. Se utiliza una sembradora convencional y para el control de malezas se requiere un aspersor y/o cultivadores de hileras.

### **Operaciones**

Con el arado de vertedera o con el arado de discos se logra la inversión de la primera capa del suelo, normalmente hasta una profundidad de unos 30 cm. Luego se hacen varias pasadas con rastra de discos, cuyo número dependerá de la textura y contenido de humedad del suelo, hasta formar agregados de un tamaño apropiado para la cama de siembra. Como una

guía general, para evitar o demorar la formación de costras superficiales, la preparación del suelo debería dejar agregados del tamaño de una naranja (6-8 cm de diámetro) en los suelos livianos a medianos, y agregados del tamaño de un huevo pequeño de gallina (4-5 cm de diámetro) en los suelos pesados.

Si es necesario emparejar el terreno se pasa una rastra de dientes. No es aconsejable utilizar un tablón de madera en suelos livianos a medianos porque provoca la pulverización del suelo, pero se puede utilizar sin embargo en suelos pesados. Sería mejor usar una placa niveladora montada en la rastra para hacer un buen emparejamiento.

En muchos cultivos se aplica un herbicida pre-siembra incorporado, con la última pasada de la rastra de discos o la rastra de dientes. Para la siembra se utiliza una sembradora convencional que debería estar equipada con ruedas de presión en lugar de una cadena para cubrir la semilla. Si la sembradora tiene cadenas para cubrir la semilla es necesario preparar el suelo más mullido para conseguir una buena germinación; sin embargo el suelo mullido es más susceptible al encostramiento y por eso a la erosión hídrica.

### **1.2.2 Labranza de conservación**

**Novelo (2005)**, señala que es un sistema de producción que consiste en el uso y manejo de los residuos de la cosecha anterior de tal forma que



cubra al menos el 30% de la superficie del suelo (mantillo), con la menor remoción posible del suelo.

El principio fundamental de la Labranza de Conservación es la cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores, los cuales tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, disminuir la presencia de malezas, preservar la fertilidad del suelo, principalmente, siendo necesario para este nuevo Sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de Cero Labranza, dispersadoras de rastrojos y el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental.

El manejo de la Labranza de Conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad y preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado; pueden ser a su vez la labranza mínima y la labranza cero.

#### **1.2.2.1 Labranza mínima ó reducida:**

**La FAO (2007)**, refiere a los sistemas de labranza donde hay menor frecuencia o menor intensidad de labranza en comparación con el sistema convencional. Esta definición es bastante amplia y por lo tanto los sistemas de labranza que varían en los implementos, frecuencia, e intensidad pueden ser considerados como la labranza reducida. Los tipos de implementos y el número de pasadas también varía; la consecuencia

es que en algunos sistemas quedan muy pocos rastros y en otros más de 30%. Por ello, algunos sistemas de labranza reducida son clasificados como labranza conservacionista mientras que otros no. En general, los sistemas de labranza reducida no ocupan el arado vertedera ni el arado de discos.

Debido a la gran variabilidad de los sistemas de labranza reducida es difícil generalizar sobre sus ventajas y limitaciones. Sin embargo todos los sistemas tienen la ventaja de reducir el consumo de combustible, el tiempo de trabajo y los equipos requeridos en comparación con la labranza convencional. Por lo tanto los sistemas de labranza reducida son más flexibles que los sistemas convencionales. Debido a la roturación del suelo las condiciones de germinación de las semillas son mejores que en labranza cero; además hay mayor flexibilidad en el control de malezas, por medio de cultivaciones y/o herbicidas, en comparación con labranza cero. A continuación se discuten brevemente los tres sistemas de labranza reducida:

### **Con rastra de discos**

En este sistema se hacen una o dos pasadas de rastra de discos, luego se siembra normalmente con una sembradora convencional. Las ventajas están en el ahorro en combustible y tiempo, y en la formación de condiciones favorables para la germinación.

Las limitaciones son que muchas veces queda una baja cobertura de rastrojos aunque eso depende del ángulo de los discos y el número de pasadas. Cuanto mayor es el ángulo de los discos, mayor será la remoción del suelo y menor la cobertura de rastrojos; de esta manera los suelos quedan susceptibles al encostramiento. En suelos susceptibles a la compactación, se hacen varias pasadas con la rastra de discos a la misma profundidad (normalmente 10-15 cm.) cada año; esto resultará en la formación de un piso de arado. La labranza poco profunda dificulta el control mecánico de las malezas y entonces es necesario confiar más en el uso de herbicidas.

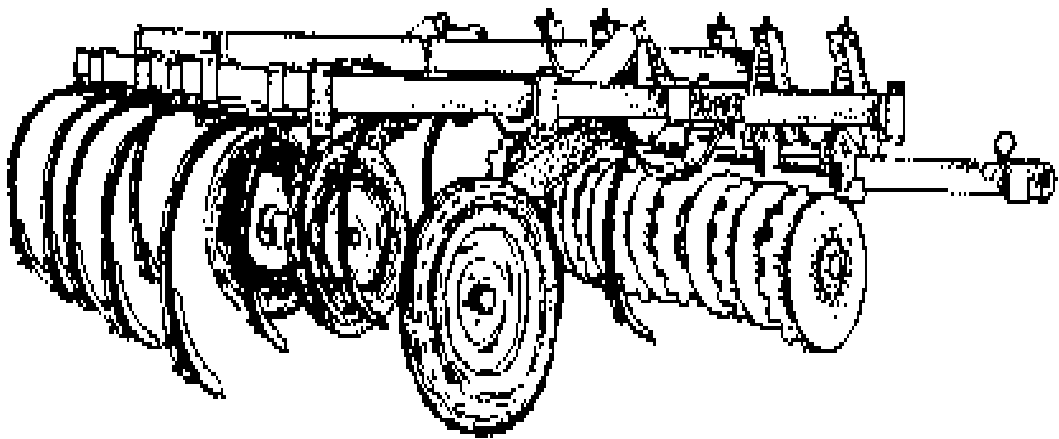
### **Con arado de cincel o cultivador de campo**

Este sistema consiste en dos pasadas del arado cincel o del cultivador de campo y luego la siembra. Normalmente una pasada con el arado cincel no afloja todo el terreno. Las ventajas son las mismas mencionadas anteriormente, pero además aumentará la infiltración de la lluvia especialmente en suelos susceptibles a la compactación y el endurecimiento. Normalmente con este sistema queda una cobertura de rastrojos mayor del 30%, por lo que el sistema es considerado conservacionista y da protección al suelo contra la erosión.

Las limitaciones son que las condiciones físicas del suelo y las ondulaciones superficiales dificultan la siembra y por lo tanto la germinación. También existe una cierta dificultad para incorporar uniformemente los herbicidas pre-siembra.

### Con rotocultor

Este sistema tiene las mismas ventajas de los sistemas citados arriba. La mayor limitación es que el rotocultor tiende a pulverizar los suelos y dejar una baja cobertura de rastrojo sobre el mismo, el que queda así en condiciones susceptibles al encostramiento. Además, se puede provocar la formación de un piso de arado con el paso de tiempo.



**Figura 2.** Arado cincel o cultivador de campo y rastra de discos.

#### 1.2.2.2 Labranza cero

##### Ventajas

- Reduce los riesgos de erosión y por lo tanto se puede implementar la labranza cero en pendientes mucho mayores que bajo labranza convencional.
- Aumenta la tasa de infiltración de la lluvia, reduce la evaporación y por ello aumenta la retención de humedad en el suelo.
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial, mejorando la estructura del suelo.

- Estimula la actividad biológica; la mayor actividad de la macro fauna resulta en mayor macro porosidad.
- Reduce las temperaturas muy altas y las fluctuaciones de temperatura en la zona de la semilla.
- Reduce el consumo de combustible hasta un 40-50% debido al número limitado de operaciones: sólo una pasada para la preparación y la siembra.
- Reduce el tiempo y la mano de obra hasta un 50-60%. Esto es ventajoso en períodos críticos, especialmente cuando hay pocos días disponibles, por ejemplo para la siembra del cultivo. Este sistema es por lo tanto, más flexible que otros sistemas convencionales. A veces, gracias al poco tiempo requerido para sembrar, pueden ser sembrados dos cultivos por año en lugar de uno.
- Reduce el número de maquinaria, el tamaño de los tractores y los costos de reparación y mantenimiento de la maquinaria.
- Frecuentemente, los rendimientos son mayores bajo labranza cero, especialmente en zonas con déficit de humedad.
- Es apta para suelos livianos y medianos, suelos bien drenados, suelos volcánicos, y para áreas sub húmedas y húmedas.

### **Limitaciones**

- No es apta para suelos degradados o severamente erosionados.
- No es apta para suelos muy susceptibles a la compactación o para suelos endurecidos debido a que no puede aflojar las capas

compactadas que perjudican la emergencia, el desarrollo inicial del cultivo y el crecimiento de las raíces.

- No es apta para suelos mal drenados, o arcillosos y masivos debido a las dificultades de crear buenas condiciones para la germinación excepto en suelos naturalmente muy esponjosos.
- No son aptas para suelos recién desmontados que todavía tienen ramas en la capa superficial debido a los riesgos de daños a la sembradora.
- Requiere un buen conocimiento sobre el control de malezas, porque no es posible corregir los errores por medio del control mecánico.
- Puede haber un incremento en la población de las malezas más difíciles controlar.
- No es apta para suelos infestados con malezas debido a los problemas de control.
- Requiere maquinaria específica y cara.
- Es más difícil incorporar pesticidas contra insectos del suelo y fertilizantes fosforados que tienen que ser colocados bajo tierra.
- Para modificar una sembradora de siembra directa de modo que se pueda colocar fertilizantes bajo tierra será necesario introducir unidades adicionales de discos cortadores y discos abre surcos.
- Pueden surgir problemas con enfermedades y plagas, debido a la persistencia de rastrojos sobre el suelo que crean un mejor ambiente para su desarrollo. Sin embargo la presencia de los rastrojos también puede estimular la proliferación de los predadores naturales de las

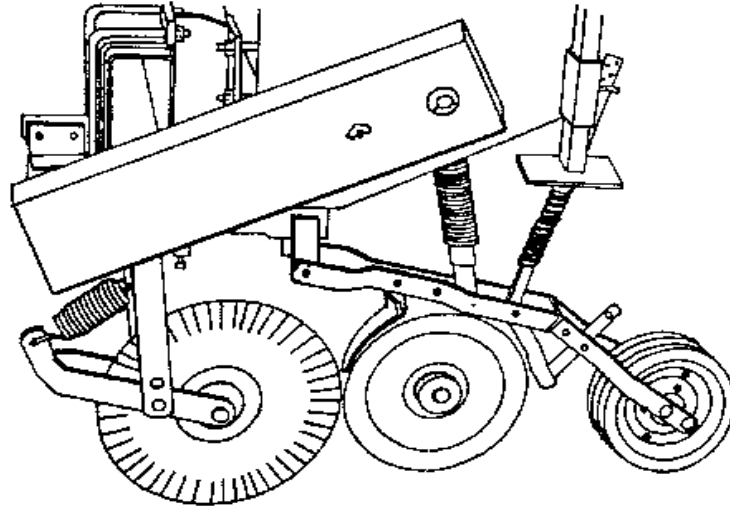
plagas. Es muy importante supervisar periódicamente el campo para controlar la incidencia de las plagas. En el caso del algodón pueden surgir más problemas de plagas porque no es factible enterrar los rastrojos como una práctica fitosanitaria normal.

- No es apta para las rotaciones trigo-maíz ni trigo-sorgo porque no es posible aplicar herbicidas pre-siembra incorporados contra las malezas gramíneas. Esta situación puede cambiar cuando se disponga de herbicidas post-emergentes específicos contra las gramíneas en los cultivos de maíz y sorgo.
- No es apta cuando no se puede tener una buena cobertura de rastrojos sobre el suelo.
- Este sistema requiere operadores más capacitados.

### **Maquinaria**

Se requiere una desbrozadora, sembradoras de siembra directa para granos gruesos y granos finos, aspersor y cosechadora. Las sembradoras para siembra directa tienen las siguientes características para que funcionen bien (Ver Figura 03): en la parte delantera está colocado bajo un resorte un disco cortador que corta los rastrojos y abre una ranura o corte en el suelo; el disco cortador puede ser plano, lo que facilita el corte de los rastrojos y del suelo, o puede ser estriado o rizado, lo que da mayor aflojamiento del suelo en la pequeña banda donde se colocarán las semillas; los discos cortadores estriados y rizados requieren más presión para cortar el rastrojo y penetrar en el suelo; a veces un disco cortador

plano en la parte externa y rizado en la parte interna cumple mejor las dos funciones.



**Figura 3.** Sembradora de siembra directa.

Atrás del disco cortador se encuentra el doble disco abre surco que debería tener ruedas reguladoras de profundidad; su función es abrir una ranura donde cae la semilla. A veces atrás del doble disco hay un disco o cuchilla que cubre lo sembrado.

En la parte trasera está colocada una rueda de presión. Hay muchos tipos de ruedas de presión, simples, dobles o algunas con una o dos varillas. Su función es colocar suelo encima de la semilla y asegurar un contacto firme entre la semilla y el suelo. El tipo de rueda de presión más apropiada dependerá de la textura y consistencia del suelo y la cantidad de rastrojos encima del suelo; es aconsejable cambiar las ruedas de presión de una parcela a otra si cambia el tipo de suelo.



Las sembradoras de tachos para la siembra de maíz, girasol y algodón normalmente tienen unidades adicionales para la colocación de fertilizantes a un lado y un poco más profundo de la semilla. Los componentes de la fertilizadora son parecidos a los de la unidad para la semilla. En cambio, hay menos espacio para introducir recipientes para fertilizantes en las sembradoras de granos finos, porque el espaciamiento entre las hileras en estos casos puede ser sólo de 18 cm.

### **Requisitos previos**

Antes de iniciar un programa de labranza cero es importante determinar si el suelo tiene algunas deficiencias nutricionales, especialmente de fósforo, que se deberían corregir antes del comienzo de las actividades. De la misma manera se deberían aflojar los suelos si están compactados y eliminar infestaciones de malezas. Si existen problemas graves de enmalezamiento se debería aplicar herbicidas en el cultivo anterior o alternativamente sembrar un cultivo de cobertura para eliminar las malezas antes de iniciar la labranza cero. Además, para terrenos con una micro topografía irregular es aconsejable aflojar el horizonte superficial del suelo con una pasada de arado cincel y luego emparejar la parcela con una rastra niveladora acoplada con una rastra de dientes. Aunque la labranza cero no es muy apropiada para suelos con problemas de drenaje, si está previsto implementar la labranza cero en este tipo de suelo se deberían instalar canales de drenaje. Además en zonas con vientos fuertes es necesaria la instalación de cortinas rompe vientos.

Es mejor iniciar la labranza cero cuando haya una cobertura de 80% o más del suelo, por ejemplo con un cultivo que produce mucho rastrojo o un cultivo de cobertura. Para los dos primeros cultivos se recomienda sembrar especies que dan altas cantidades de masa verde y/o permiten un buen control de las malezas. Los cultivos de soya y girasol permiten un buen control tanto de malezas de hoja ancha como de gramínea, pero sólo el girasol da buenas cantidades de masa verde y por ende de rastrojos.

### **1.3 VENTAJAS DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN**

Según **Crovetto (1999)** las ventajas de la labranza de conservación son los siguientes:

**Aumenta la infiltración.-** Al serio problema de la erosión debemos agregar que las partículas disgregadas por el impacto de la gota de lluvia, especialmente las correspondientes a los tamaños del limo y arcilla, en su acomodación taponan los poros del suelo, disminuyendo con ello la natural capacidad de infiltración del agua de lluvia. La Labranza de Conservación nos permite cosechar el agua de lluvia al evitar que esta compacte y erosione el suelo, ya que con la presencia de rastrojos sobre la superficie (2.0 tn. como mínimo ) permite que el agua se infiltre y esté disponible para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en etapas críticas de desarrollo, reduciendo la pérdida de agua por evaporación.

**Fertilidad y erosión.-** La sola presencia de los residuos vegetales o rastrojos constituye un recurso natural de importancia por cuanto absorben la energía cinética del agua lluvia bajando su poder erosivo (**Daroch et al, 1988**) Actúan, además, positivamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Pueden retornar cantidades notables de nutrientes al suelo. Los residuos producidos en la agricultura de secano en el país por trigo, cebada y avena se estiman en 3 toneladas por cada hectárea cosechada, con una cantidad de NPK y otros nutrientes menores que se pueden aprovechar en los cultivos de la campaña siguiente.

**Almacenamiento de agua en el suelo.-** Al estar cubierto el suelo con el mantillo, los rayos del sol se reflejan evitando que lleguen a la superficie, con lo cual la humedad se conserva más tiempo. Por el mismo efecto la temperatura del suelo es menor que en la superficie desnuda. Existen importantes diferencias entre labranza convencional y labranza de conservación en almacenaje de agua en el suelo y eficiencia en el uso de la precipitación (**Freitas, 2010**). La labranza cero aumenta la infiltración de agua y reduce la evaporación. En regiones que reciben una precipitación anual menor 600 mm la labranza cero y la presencia de rastrojos en relación a la labranza convencional, permiten mayor rendimiento y mejor eficiencia en el uso del agua, sin embargo, esta ventaja se estrecha cuando aumenta la precipitación (**López, 2010**)

**Actividad biológica en el suelo y liberación de CO<sub>2</sub>.**- Al romper el suelo y preparar la cama de semilla se produce un repentino aumento de la presión parcial de oxígeno hasta la profundidad del arado, lo que genera una rápida oxidación de la materia orgánica que resulta en una pérdida de C del suelo de aproximadamente 2.000 kg.ha<sup>-1</sup>, equivalente a 8.000 kg. de CO<sub>2</sub> por hectárea para el caso de rotura con arado de vertedera **Cortazar, (2002)**. Menciona que este sólo hecho hace que el balance de carbono sea comúnmente negativo en suelos en que se realiza labranza convencional con la consiguiente degradación y pérdida de productividad del suelo. Así, en un suelo agrícola con alto rendimiento (7 tn. de trigo por hectárea), en que se realiza labranza tradicional con quema, la contribución de CO<sub>2</sub> a la atmósfera podría llegar a ser del orden de 26 tn. CO<sub>2</sub> .ha<sup>-1</sup> año.

**Oportunidad de siembra.**- Dado que la cero labranza no requiere de preparaciones de suelo las siembras se pueden realizar en el momento oportuno. Incluso debido a que el tractor no trabaja sobre suelo recién preparado se puede ingresar a sembrar en un campo de cultivo después de una lluvia. Esta ventaja permitiría a los agricultores a mejorar su oportunidad de siembra y con ello aumentar su superficie cultivada **Acevedo et al, (1998)**. Por otra parte, en zonas de secano árido en que se debe esperar la primera lluvia para comenzar con las preparaciones de suelo, en labranza cero puede usarse esta lluvia para realizar la siembra, logrando utilizar todo el período de lluvias de la zona para el crecimiento del cultivo.

**Control de malezas.**- Normalmente cuando removemos el suelo, lo que hacemos es poner en condiciones de germinación a las semillas que se enterraron en el ciclo pasado y enterramos las que se produjeron en este ciclo, en estas condiciones es difícil reducir la población de malezas puesto que ciclo a ciclo sembramos maleza. Con el sistema de Labranza de conservación no removemos el suelo por lo que las semillas enterradas no germinan y la población de las semillas en condiciones de germinación se va bajando paulatinamente. Por otro lado, el mantillo sombrea la superficie, por lo que no se presentan las condiciones para la germinación de estas semillas.

**Disminución de costos.**- Para los agricultores la labranza cero permite una disminución de costos por diversos motivos. Al ampliar la oportunidad de siembra el agricultor puede utilizar superficies más amplias con variedades más tardías ganando en potencial de rendimiento con relación a los de menor período vegetativo. Al utilizar esta tecnología el número de labores previas a la siembra disminuye significativamente. En términos de consumo de combustible, el sistema de labranza cero requiere solo un 24,7% de las necesidades del sistema convencional. En cuanto a los costos de operación, estos son un 57% menores en labranza cero **Velasco et al, (1991).**

#### **1.4 LABRANZA DE CONSERVACION EN EL CULTIVO DE TRIGO**

**Camarillo (2008)**, indica que en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado que comprende los Valles de Mexicali, Baja California y San

Luis Rió Colorado, Sonora, el trigo ha ocupado una superficie superior a las 80 mil hectáreas en los dos últimos años, el promedio de rendimiento durante el mismo periodo ha sido de 6 toneladas por hectárea y una utilidad de (1,102 pesos por hectárea en el 2002). La utilidad del productor se puede incrementar de un 100 a un 150% con la tecnología de costos mínimos. La adopción de esta forma de producir por parte de los agricultores regionales en los últimos 4 años se ha incrementado de tal forma que mientras que en el ciclo agrícola 1999/00 se tenían 1,086 ha<sup>-1</sup>, para 2001/02 la superficie fue de 9,190 ha<sup>-1</sup>.

**Ledesma et al (2010)**, determinó los efectos de cuatro métodos de labranza, dos métodos de siembra, tres dosis de nitrógeno y dos calendarios de riegos sobre el rendimiento de cuatro variedades de trigo. La investigación se estableció en los ciclos otoño-invierno 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007. Se evaluaron cuatro métodos de labranza: barbecho-rastra, cero-labranza, multiarado-rastra y rastra; dos métodos de siembra: melgas y surcos; dos calendarios de riego; cuatro y tres riegos; tres dosis de fertilización nitrogenada: 120, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup>; y cuatro genotipos: línea V-56, Bárcenas S2002 de tipo harinero, Gema C2004 y Topacio C97 de tipo cristalino. Los análisis de varianza en los cuatro métodos de labranza no detectaron diferencias en rendimiento en los factores principales años y métodos de siembra. El método de labranza barbecho-rastra y los métodos de siembra interaccionó con la dosis de nitrógeno. El número de riegos afectó el rendimiento de grano en tres métodos de labranza: barbecho-rastra, multiarado-rastra y rastra; del

mismo modo, el calendario de cuatro riegos produjo mayor rendimiento que el de tres riegos. El rendimiento promedio de las variedades de trigo harinero Bárcenas S2002 y V-56 superó a las variedades cristalinas bajo el método de cero-labranza, pero no en los otros métodos. En el método de barbecho-rastra, la variedad Gema C2004 mostró mayor rendimiento; en cero-labranza fueron las variedades Bárcenas S2002 y V-56; y para rastra fueron las variedades Gema C2004 y Bárcenas S2002.

**Falotico et al (2000)**, concluye que en un suelo con una prolongada historia de agricultura continuada, el cultivo de trigo bajo siembra directa presentó menor acumulación de materia seca y de Nitrógeno, rendimiento y contenido de proteína más bajos que aquél realizado bajo labranza de conservación. El factor determinante de este comportamiento fue el menor suministro de nitrógeno por el suelo puesto de manifiesto por menor contenido de  $N-NO_3$  - en pseudotallos, de clorofila en hojas y por la mayor respuesta al agregado de nitrógeno. La aireación en la zona de crecimiento de las raíces pudo haber afectado el crecimiento inicial del cultivo bajo siembra directa, aunque no perjudicó el crecimiento posterior del cultivo.

**GRAGEDA et al (2000)**, Desarrolló un proyecto de investigación cuyo objetivo general es aumentar la eficiencia del uso de abonos nitrogenado y mejorar la fertilidad del suelo a través del aumento de la materia orgánica por efecto de la labranza y rotación de cultivos.

El experimento fue establecido en 1993 en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Celaya, Gto., localizado a 20° latitud N, 101° longitud O y altitud de 1750 msnm.

Después de considerar las prácticas comunes de labranza, estudiar los cultivos básicos que más superficie tienen y su manejo en El Bajío, los tratamientos establecidos se presentan en el Cuadro 1.1

**Cuadro 1.1.** Descripción de los tratamientos

Trat.	Clave	Rotación de cultivos		Labranza	Manejo de Residuos
		Invierno	Verano		
1	T-M/Q	Trigo	Maíz	Convencional	Quema
2	T-F/C	Trigo	Frijol	Convencional	Incorporación
3	T-M/C	Trigo	Maíz	Convencional	Incorporación
4	T-M/SL	Trigo	Maíz	Sin Labranza	Superficial
5	T-F/SL	Trigo	Frijol	Sin Labranza	Superficial

Los cultivos incluidos en el experimento son trigo en el ciclo O-I y maíz y frijol durante el ciclo P-V. El diseño experimental es de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; a cada tratamiento se le asigna un área de 300 m<sup>2</sup> (10 x 30 m.) con una separación de surcos de 0.28 m. para la siembra de trigo y de 0.92 m. para sembrar frijol y maíz.

El manejo de los cultivos, es dependiente del tratamiento, cultivo, variedad, barbecho, rastras, fecha de siembra, dosis nitrogenada, riegos,



plagas y enfermedades y cantidad de semilla para la siembra; según las recomendaciones propuestas por el INIFAP. En 1996, iniciando el cultivo de trigo (ciclo O-I), se efectuó un estudio sobre la recuperación del fertilizante nitrogenado y su efecto residual sobre los cultivos de maíz y frijol (ciclo P-V), empleando 15N. El diseño experimental fue de parcelas divididas en arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela mayor fue los sistemas de labranza, y la menor las dosis de fertilización: 0, 150, 300 kg. N ha<sup>-1</sup>. En microparcelas (2 x 2 m.), se aplicó NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, con un enriquecimiento de 5% de átomos en exceso de 15 N.

Al momento de la cosecha del trigo, una cantidad importante del fertilizante marcado 15 N, permaneció en el perfil del suelo (Cuadro 1.2). Como lo reportado en otros estudios (Grageda Cabrera et al 1999) permanece más fertilizante en el perfil del suelo que el recuperado por el cultivo, pero aparentemente este no permanece en el suelo para su uso potencial en la siguiente estación. Ya que se necesita aplicar nuevamente altas dosis de abono nitrogenado para mantener los rendimientos. Este experimento muestra que gran parte del nitrógeno del fertilizante no se contabilizó ni en el cultivo ni en el suelo al momento de la cosecha después de las dos estaciones de cultivo y presumiblemente se perdió. El porcentaje de pérdida fue mayor al 70%.

La ausencia de movimiento de nitrógeno por abajo de los 60 cm. de profundidad del suelo durante la estación en que se aplicó el abono, sugiere que el nitrógeno es rápidamente inmovilizado y también se pierde

en forma gaseosa. Considerando que nuestros suelos tienen una textura predominantemente arcillosa y ocurren largos períodos de inundación después de la irrigación, es muy probable que una importante cantidad del nitrógeno aplicado se perdió por desnitrificación. Estudios realizados en el mismo tipo de suelo en la misma región, revelan pérdidas del nitrógeno aplicado por desnitrificación del orden del 15-25% (Grageda Cabrera. et al 1999).

**Cuadro 1.2.** Balance del abonamiento nitrogenado después de la cosecha del trigo

<b>Trat.</b>	<b>Recuperado por el cultivo NdffKg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Residual en el suelo</b>	<b>Total contabilizado</b>	<b>Total no contabilizado</b>
<b>T-M/Q</b>	91.2	78.8	170.0	130.0
<b>T-F/C</b>	82.0	72.5	154.5	145.5
<b>T-M/C</b>	65.0	78.4	143.4	156.6
<b>T-M/SL</b>	66.0	35.0	101.0	199.0
<b>T-F/SL</b>	76.7	46.7	123.4	176.6

Como consecuencia de los resultados obtenidos, actualmente está en proceso un estudio para identificar las poblaciones funcionales bacterianas y cuantificar las pérdidas de nitrógeno en forma gaseosa debido a los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación. Bajo el mismo diseño general del experimento, en cada uno de los diferentes sistemas de labranza se adicionaron diferentes tipos de fertilizantes nitrogenados (urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio) y por medio de la técnica de cámaras de incubación en suelo sin perturbar, se

determinará la cantidad de nitrógeno perdido por las vías antes mencionadas.

Se espera que los resultados generados en esta investigación nos permitan ofrecer recomendaciones que se traduzcan en mejorar la calidad del suelo, ahorro del agua y en el uso más económico y ecológico de este importante insumo agrícola.

**Cuadro 1.3.** Balance del abonamiento nitrogenado después de los dos ciclos de cultivos.

<b>Trat.</b>	<b>Recuperado por los cultivos Ndff kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Residual en el suelo</b>	<b>Total contabilizado</b>	<b>Total no contabilizado</b>
<b>T-M/Q</b>	95.6	2.1	97.7	202.3
<b>T-F/C</b>	83.7	1.3	85.0	215.0
<b>T-M/C</b>	67.9	1.6	69.5	230.5
<b>T-M/SL</b>	68.1	1.7	69.8	230.2
<b>T-F/SL</b>	77.5	1.4	78.9	221.1

**Mollericona (2013)** en un trabajo de investigación sobre el efecto de la fertilización nitrogenada y labranza de suelos en el cultivo de trigo concluyó en lo siguiente:

1. El abono nitrogenado tuvo una respuesta positiva en el rendimiento de grano, obteniendo rendimientos de 2.19 tn.ha<sup>-1</sup> con (11 kg.ha<sup>-1</sup> N), 2.22 tn.ha<sup>-1</sup> con (21 kg.ha<sup>-1</sup> N), 2.26 tn.ha<sup>-1</sup> con (32 kg.ha<sup>-1</sup> N), 2.33

tn.ha<sup>-1</sup> con (43 kg.ha<sup>-1</sup> N), 2.32 tn.ha<sup>-1</sup> con (53 kg.ha<sup>-1</sup> N), 2.39 tn.ha<sup>-1</sup> con (64 kg.ha<sup>-1</sup> N) y 2.39 tn.ha<sup>-1</sup> con (75 kg.ha<sup>-1</sup> N).

2. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la adición de 64 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, con relación al 0 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.
3. Las diferentes dosis de aplicación de nitrógeno no tuvieron diferencias en el efecto de altura de planta, número de macollos por planta y peso de 1000 semillas, peso hectolitrico, y número de granos por espiga en el cultivo de trigo.
4. Acerca del abono foliar no se observó ninguna diferencia estadísticamente de las variables evaluadas de altura de planta, número de macollos por planta y peso de 1000 semillas de grano, peso hectolítrico, y número de granos por espiga.
5. Con respecto a los T7 (64 kg.ha<sup>-1</sup> N) Y T8 (75 kg.ha<sup>-1</sup> N) se obtuvieron los mismos rendimientos y no así con los demás tratamientos.
6. De acuerdo a los resultados económicos por medio de la Tasa de Retorno Marginal, se evidencia que los T7 (64 kg.ha<sup>-1</sup> N), T15 (43 kg.ha<sup>-1</sup> N), no presentaron dominancia.
7. Se debe tener en cuenta que el abono foliar es específica en términos de cultivo, época de aplicación durante el ciclo de crecimiento y sitio de la aplicación en la planta. En muy pocos caso se puede generalizar, y aun en estas condiciones las técnicas de aplicación pueden variar.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental de Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08` Latitud Sur y 74° 32` Longitud Oeste, a una altitud de 2760 msnm, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

#### **2.2 ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

En la campaña 2012-2013 el campo de cultivo estuvo sembrado de trigo y durante la campaña 2013-2014 el campo experimental estuvo en descanso. La actividad agrícola solamente se desarrolla bajo régimen de lluvia.

### 2.3 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO.

El suelo en la campaña anterior del experimento estuvo en descanso. El muestreo del suelo se realizó de acuerdo al método convencional, teniendo en cuenta la capa arable de 20 a 30 cm. tomándose varias muestras al final se mezcla, de esta se obtiene una porción homogénea de 1 kg, el cual fue llevado al laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.1

**Cuadro 2.1.** Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento. Pampa del Arco – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho.

<b>Propiedades Químicas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Método</b>	<b>Interpolación Según Ibáñez y Aguirre</b>
<b>pH</b>		7.03	Potenciómetro	Básico
<b>M.O</b>	<b>(%)</b>	0.73	Walkley Black	Bajo
<b>N-Total</b>	<b>(%)</b>	0.06	Kjeldahl	Bajo
<b>P-Disp</b>	<b>(ppm)</b>	19.25	Bray Kurtz	Medio
<b>K-Disp</b>	<b>(ppm)</b>	174.4	Turbidimetría	Alto
<b>Arena</b>	<b>(%)</b>	42.6	Hidrómetro	
<b>Limo</b>	<b>(%)</b>	21.9	Hidrómetro	
<b>Arcilla</b>	<b>(%)</b>	35.5	Hidrómetro	
<b>Clase Textual</b>	<b>Franco – Arcilloso</b>			

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 7.03, se encuentra en un rango óptimo para

el cultivo de trigo, el pH oscila de 5.5 a 7.5. Aunque tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0 (**Jara, 1993**).

**Ibañez (1983)** menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcilloso es óptima para el cultivo de trigo, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiados arenosos pueden provocar una escasez hídrica. (**Parodi y Romero, 1991**).

## **2.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

El clima de Huamanga, en los meses de Mayo a Agosto presenta días con amanecer y anochecer fríos, que se muestran calurosos y quemantes en las horas de sol.

Según los datos meteorológicos que corresponden a la campaña agrícola 2015 que se obtuvieron de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, propiedad de la UNSCH, se observan las temperaturas mínimas, medios y máximas mensuales del presente año, respectivamente , se visualiza que

en los meses de octubre y noviembre hubo incremento de las temperaturas máximas

En el Cuadro 2.2 nos indica que la evapotranspiración es mayor que la precipitación, en la mayoría de los meses del año donde se llevó a cabo el trabajo experimental (enero a abril). Pampa del Arco, se encuentra en el corazón de la ciudad de Huamanga caracterizado como una Región Intermedia entre valle interandino y la Región sub andina; de precipitación anual ocurrida en el 2014 a 2015 fue de 652.20 mm; siendo los meses de Mayo hasta Octubre los meses de escasa precipitación y correspondiendo a los de enero, febrero y marzo los más lluviosos. La temperatura promedio anual fue 15.17 °C, con una máxima de 22.72 °C y una mínima promedio anual de 7.63 ° C.

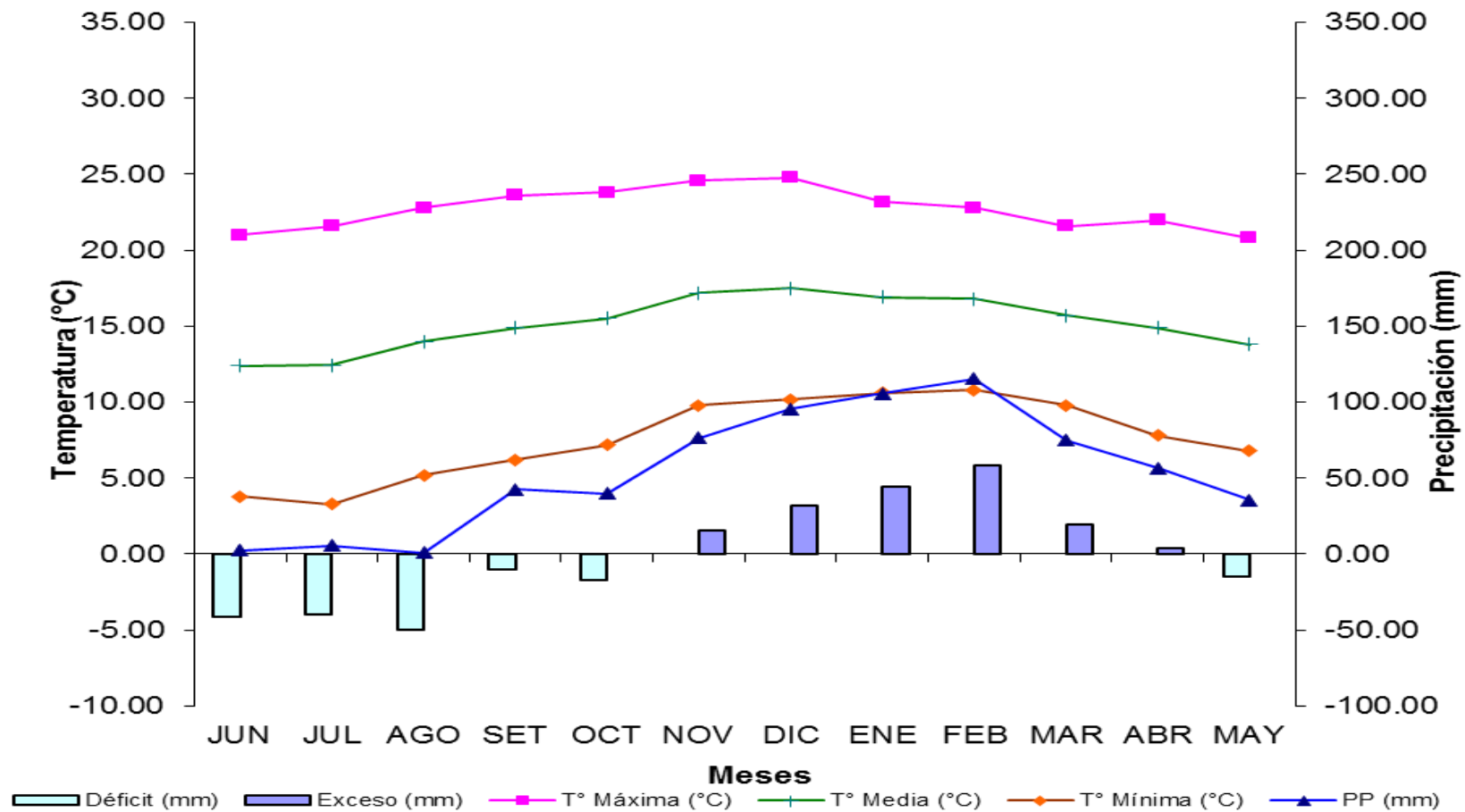
**Jara (1993)** Afirma que bajo ciertas condiciones dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperiodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperaturas. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia. El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de 8 horas de luz continua bajo temperatura favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 18 °C a 21°C. La temperatura y precipitación fueron los adecuado para el trigo variedad



Nazareno que se comportó como un genotipo precoz. La localidad de Pampa del Arco, es un lugar semiárido caracterizado por la agricultura bajo el sistema exclusivo de lluvias.

**Cuadro 2.2.** Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña 2014 y 2015. Estación Meteorológica de Pampa del arco 2750 msnm.

DATOS CLIMÁTICOS	AÑO 2014							AÑO 2015					TOTAL	PROM.
	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
Tº Máxima (°C)	21.00	21.60	22.80	23.60	23.80	24.60	24.80	23.20	22.80	21.60	22.00	20.80		22.72
Tº Mínima (°C)	3.80	3.30	5.20	6.20	7.20	9.80	10.20	10.60	10.80	9.80	7.80	6.80		7.63
Tº Media (°C)	12.40	12.45	14.00	14.90	15.50	17.20	17.50	16.90	16.80	15.70	14.90	13.80		15.17
Factor	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.80	4.80	4.96		
ETP (mm)	59.52	61.75	69.44	71.52	76.88	82.56	86.80	83.82	77.95	75.36	71.52	68.45	885.58	0.74
PP (mm)	2.60	5.60	0.90	42.60	39.80	76.50	95.60	105.80	115.60	74.80	56.70	35.70	652.20	
ETP AJSUT. (mm)	43.83	45.48	51.14	52.67	56.62	60.80	63.93	61.73	57.41	55.50	52.67	50.41		
H suelo (mm)	-41.23	-39.88	-50.24	-10.07	-16.82	15.70	31.67	44.07	58.19	19.30	4.03	-14.71		
Déficit (mm)	-41.23	-39.88	-50.24	-10.27	-16.82							-14.71		
Exceso (mm)						15.70	31.67	44.07	58.19	19.30	4.03			



**Figura. 2.1.** Temperaturas Ombrotermicas y Balance Hídrico, correspondiente a la campaña 2014 – 2015 Estacion Meteorológica de Pampa del Arco - Ayacucho

## 2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se condujo con el Diseño de Bloque Completo Randomizado dentro del diseño parcelas divididas, en parcelas esta los métodos de labranza mecanizadas (3) y en sub parcelas esta los niveles de fertilización nitrogenada (4). El experimento contó con 3 repeticiones. Con los resultados de las variables evaluadas se realizaron los análisis de variancia (ANVA), la prueba de contraste Tukey y el análisis de regresión correspondiente. Se utilizó el Software SAS y de la hoja de cálculo Excel.

**El Modelo Aditivo Lineal corresponde a la siguiente formula:**

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Observación cualquiera en la unidad experimental

$\mu$  = Efecto medio parámetro

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque parámetro

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor  $\alpha$ , método de labranza.

$\delta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor  $\delta$ , nivel de fertilización nitrog.

$\alpha\delta(ij)$  = Efecto de la interacción. Método de labranza x nivel de fertilizac.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental en la observación  $Y_{ijk}$

**Alcance de los subíndices:**

$i = 1, 2, 3$  (Niveles del factor método de labranza y siembra)

$j = 1, 2, 3, 4$  (Niveles del factor nivel de fertilización nitrogenada)

$k = 1, 2, 3$  (Número de bloques)

## 2.6 FACTORES EN ESTUDIO

### a. Métodos de labranza y siembra (L):

**L<sub>1</sub>: Siembra – poli rastra (Labranza cero):** No hay labranza, se volea manualmente las semillas y luego se tapa las semillas con la polirrastra.

**L<sub>2</sub>: Poli rastra - siembra – poli rastra (Labranza mínima):** labranza con polirrastra, se volea manualmente las semillas y luego se tapa las semillas con la polirrastra.

**L<sub>3</sub>: Arado de discos – siembra – Poli rastra (Labranza convencional):** Labranza con arado de discos, se volea manualmente las semillas y luego se tapa las semillas con la polirrastra.

### b. Niveles de fertilización Nitrogenada (Kg/ha)

**N<sub>0</sub> : 0** (Testigo)

**N<sub>1</sub> : 40** (NIVEL BAJO)

**N<sub>2</sub> : 80** (NIVEL MEDIO)

**N<sub>3</sub> : 120** (NIVEL ALTO)

## 2.7 TRATAMIENTOS

Los tratamientos son el resultado de la combinación de los dos factores en sus respectivos niveles.

**Cuadro 2.3.** Métodos de labranza y niveles de abonamiento Nitrogenada en el cultivo de trigo Pampa del Arco 2760 msnm. Ayacucho

<b>Tratamiento</b>	<b>Combi-nación</b>	<b>Tipo de labranza</b>	<b>Nivel de fertilización N</b>
T <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	Labranza cero	0
T <sub>2</sub>	L <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	Labranza cero	40
T <sub>3</sub>	L <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	Labranza cero	80
T <sub>4</sub>	L <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	Labranza cero	120
T <sub>5</sub>	L <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	Labranza mínima	0
T <sub>6</sub>	L <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	Labranza mínima	40
T <sub>7</sub>	L <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	Labranza mínima	80
T <sub>8</sub>	L <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	Labranza mínima	120
T <sub>9</sub>	L <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	Labranza convencional	0
T <sub>10</sub>	L <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	Labranza convencional	40
T <sub>11</sub>	L <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	Labranza convencional	80
T <sub>12</sub>	L <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	Labranza convencional	120

## **2.8. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

El campo experimental presentó las siguientes dimensiones:

### **BLOQUES**

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 18.0 m.
- Largo de bloques : 40.0 m.
- Área total del bloque : 720 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques : 2160 m<sup>2</sup>

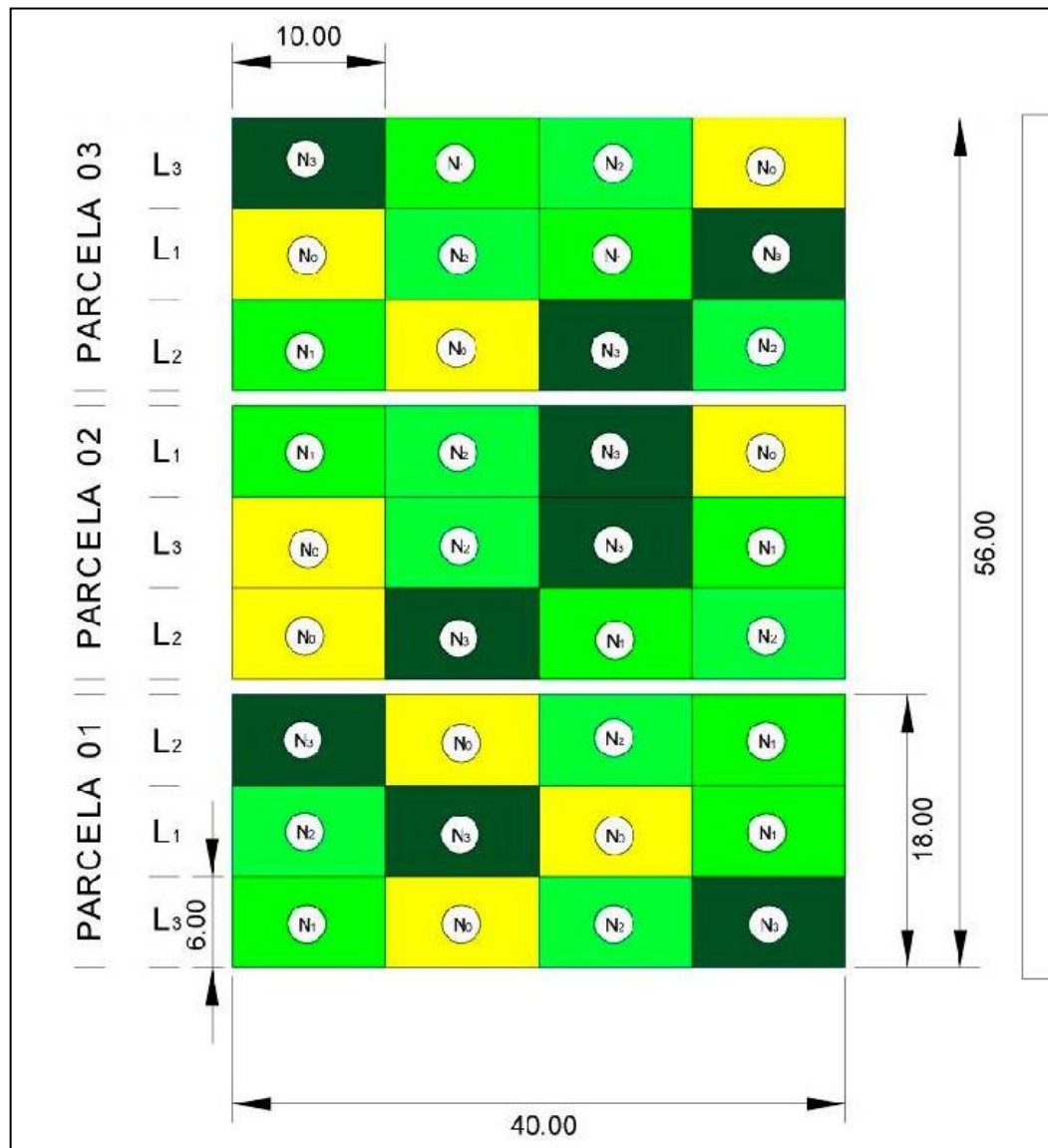
## **PARCELAS**

Número de parcelas por bloque	: 12
Longitud de las parcelas	: 10.0 m.
Ancho de las parcelas	: 6.0 m.
Área de las parcelas	: 60 m <sup>2</sup>

## **CALLE**

Largo de la calle	: 40 m.
Ancho de la calle	: 1 m.
Número de calles	: 2
Área total de calles	: 80 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 2240 m <sup>2</sup>

## 2.9. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



## 2.10. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### a) Preparación del terreno

Se realizó el 13 de enero del 2015 un día antes de la siembra y según el tipo de labranza y el respectivo tratamiento.



## **b) Demarcación del terreno**

La demarcación de las parcelas y bloques en el terreno se realizó utilizando estacas, cordel y una wincha para tomar la longitud entre los puntos.

## **c) Siembra en las parcelas experimentales**

Se realizó al voleo, distribuyendo uniformemente las semillas en la parcela. La cantidad de semilla a utilizar fue de 120 kilos por hectárea. La semilla utilizada fue de calidad certificada de la variedad Nazareno INIA. La siembra se realizó el día 14 de enero del 2015. Las semillas fueron enterradas utilizando la polirrastra con una pasada en sentido perpendicular a la pasada del arado. Las demás parcelas según el tratamiento establecido.

## **d) Abonamiento del cultivo de trigo**

La mezcla de abono consistente en la mitad de la dosis de N, todo el Fósforo y Potasio se aplicó al momento de la siembra. La otra mitad de Nitrógeno se aplicó al momento del macollaje, después de un deshierbo. La aplicación de fosforo y potasio es constante en todas las parcelas con una dosis de 80 y 40 kg.ha<sup>-1</sup>. La forma de aplicación fue al voleo. La mezcla del abono se aplicó en forma uniforme en toda la superficie de la parcela, luego del cual se ejecutó las otras operaciones según los tratamientos. Las fuentes que se utilizaron fue la urea (46% N), fosfato di amónico (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 18% N), Superfosfato de calcio triple (45 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) el cloruro de potasio (60% K<sub>2</sub>O).

#### **e) Riego**

El cultivo se condujo totalmente bajo el régimen de lluvias, o sea bajo condiciones de secano.

#### **f) Deshierbo**

El deshierbo se realizó en el momento del macollaje del trigo 34(dds), cuando las malezas se presentaron en forma abundante, a fin de evitar la competencia con el cultivo de trigo

#### **g) Control fitosanitario**

No se realizó ningún control fitosanitario, debido a que no se observaron presencia de insectos y ataque de enfermedades.

#### **h) Cosecha**

La cosecha se realizó cuando el cultivo se encontraba en madurez de cosecha (granos frágiles al diente). Previamente se realizó un muestreo de las espigas para ver el desgrane y se eliminan de forma rápida en la trilla las envolturas (lemma y palea).

### **2.11 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS**

#### **a) Factor de Precocidad**

##### **a.1) Días a la emergencia**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plántulas hayan emergido del suelo, esta evaluación se realizó en cada parcela experimental.

### **a.2) Días al pleno macollaje**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas hayan presentado macollos, se evaluó en cada parcela experimental.

### **a.3) Días a la madurez fisiológica**

Se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% del fruto al ser presionados con las uñas presentaban resistencia a la penetración, se evaluó cada parcela experimental.

### **a.4) Días a la madurez de cosecha**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de los frutos presentaban las semillas con características típicas de la variedad, tales como: tamaño, color, forma, dureza, humedad, etcétera. Las cuales se evaluó en cada parcela experimental.

## **b) Factor de Productividad**

### **b.1) Longitud del tallo.**

Se midió la longitud de tallo desde el cuello hasta el ápice de la espiga (cm). La evaluación se efectuó en el momento de la madurez fisiológica del cultivo. Luego se obtuvo la altura promedio de cada unidad.

### **b.2) Peso de 1000 semillas**

Se realizó el conteo y luego el pesado de 1000 granos de trigo formados y maduros de cada tratamiento, con la ayuda de una balanza graduada en gramos, para luego determinar el promedio por cada unidad experimental.

### **b.3). Peso hectolítrico**

Utilizando una balanza de Ohaus se procedió a la evaluación del peso hectolítrico de cada uno de los tratamientos, a fin de determinar el llenado y peso de los granos de trigo.

### **b.4) Número de Espigas por metro cuadrado**

Se determinó el número de tallos con espiga formada por metro cuadrado, en el momento de la madurez de cosecha del cultivo.

### **b.5) Número de granos por espiga**

Se realizó el conteo de granos de 20 espigas representativas de cada uno de los tratamientos estudiados.

### **b.6) Rendimiento de trigo**

Luego de cosechar, trillar y ventear se determinó el rendimiento de grano limpio de trigo en una balanza de precisión. Regresión: de las variables de rendimiento como el peso de grano por espiga, longitud de tallo, longitud de espiga y número de granos por espiga.

### **b.7) Rentabilidad económica**

Para el análisis económico se calculó los Costos Unitarios de Producción, incluyendo todos los gastos que ocasionó el proceso productivo del trigo, por cada tratamiento. La rentabilidad se determinó tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Rendimiento de granos de trigo expresado en Kg.ha<sup>-1</sup>, precio de venta por kilogramo de granos de trigo en el mercado, venta total por hectárea, costo de producción por hectárea y utilidad por hectárea.

El porcentaje de rentabilidad de los tratamientos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{BA * 100}{CP}$$

Dónde:

%R = Porcentaje de rentabilidad

BA = Beneficio actual

CP = Costo de producción

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

**Cuadro 3.1.** Variables de precocidad del trigo en número de días después de la siembra. Pampa del arco 2750 msnm

Tratamiento	Emerg.	Pleno macollaje	Plena Espigación	Madurez fisiológica	Madurez cosecha
A. P. 0 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
A. P. 40 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
A. P. 80 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
A. P. 120 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
P. P. 0 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
P. P. 40 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
P. P. 80 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
P. P. 120 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
P. 0 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
P. 40 N	8-10	30-35	90-95	118-128	141
P. 80 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
P. 120 N	8-10	30-35	95-100	120-130	148
A = Arado de discos      P = Polirrastra					

Las variables de precocidad se han evaluado de acuerdo a los eventos fenológicos del trigo ocurridos durante el crecimiento y desarrollo. Las mediciones se han efectuado en número de días después de la siembra (ndds). La medición corresponde a un valor dentro de un rango, esto debido a que un evento fenológico no ocurre en una fecha determinada.

El Cuadro 3.1 muestra las diferentes etapas fenológicas del cultivo donde las parcelas con mayores niveles de abonamiento nitrogenado tienen mayor periodo reproductivo en comparación a los niveles bajos de 0 a 40 kg. de N.ha<sup>-1</sup>. Este resultado indica que niveles altos de nitrógeno en la zona semiárida de Pampa del Arco prolongan el ciclo reproductivo de trigo. En la práctica este resultado se da con una diferencia de 7 días valor que no representa una discrepancia grande.

En las variables de precocidad se han evaluado algunos estados fenológicos del cultivo, no se ha contado con el análisis de variancia por cuanto el efecto de los tratamientos no es muy notorio, esto también porque las evaluaciones de un determinado estado no se dan en una fecha fija sino esta característica se da en forma escalonada.

En el Cuadro 3.1, se observa que la emergencia ocurre a los 10 días en casi un 100% en todos los tratamientos evaluados. La duración de la germinación varía con la temperatura. Siendo la temperatura óptima para la germinación para el trigo de 20 a 25°C, a estas condiciones debe unirse la aeración y la humedad del suelo, se estima que la germinación es

óptima cuando el estado de saturación del suelo en agua está comprendido entre un 60 y 80% de su capacidad de campo (**Guerrero, 1987**)

**Según Guerrero (1987)** el macollamiento es un carácter varietal, pero aparte de la variedad el ahijamiento depende de la importancia del abonamiento nitrogenado, de la fecha de siembra y de la temperatura, que condiciona la duración del periodo de ahijamiento.

El macollamiento depende en primer lugar de la variedad, sin embargo, cuando se siembra a mayor distancia, se obtiene más macollamiento. Los días cortos durante la germinación también favorecen este proceso (**Parsons, 1989**).

**Guevara, (2012)** reporta los resultados obtenidos en Pampa del Arco, que la variedad Nazareno alcanza la madurez fisiológica a los 120 días y la cosecha a los 137 días, resultados que coinciden con los obtenidos en el presente trabajo, confirmando de este modo la precocidad de esta variedad



## 3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

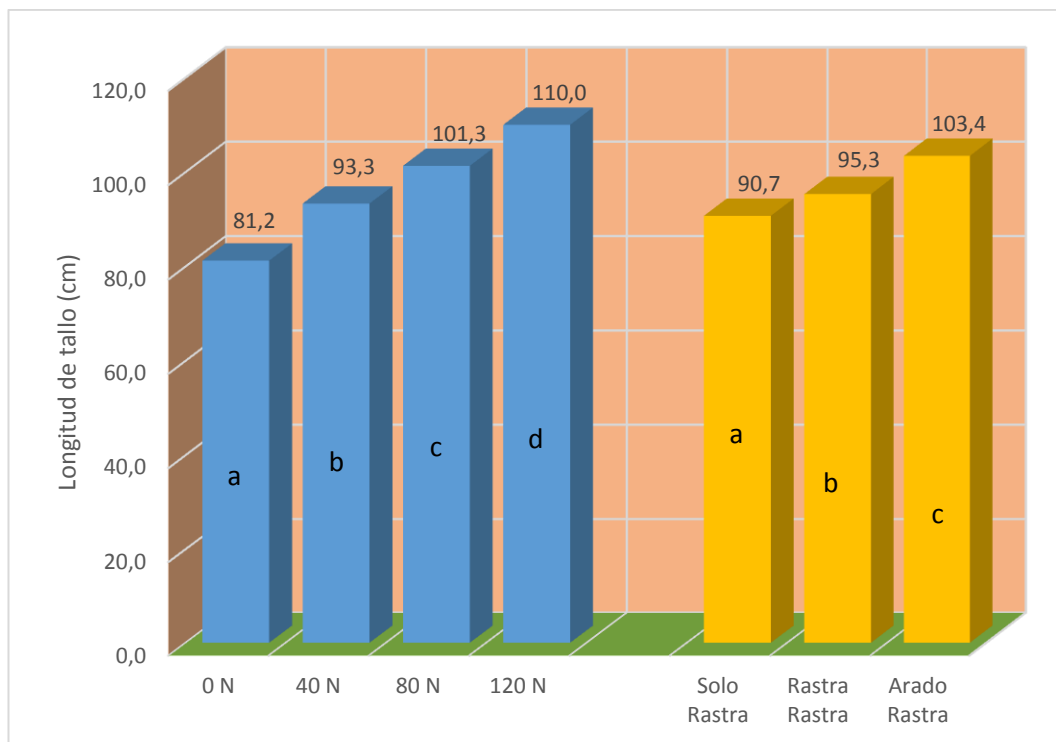
### 3.2.1 Longitud de tallo

**Cuadro 3.2.** Análisis de variancia de la longitud de tallo de trigo con la labranza de suelos y niveles de abonamiento nitrogenado. Pampa del Arco 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	52.72	26.36	4.92	0.020 *
Labranza (L )	2	998.72	499.36	156.54	<.0001 **
Error (a)	4	12.78	3.19		
Nitrógeno ( N )	3	4041.42	1347.14	251.28	<.0001 **
Interacción ( L x N)	6	36.83	6.14	1.15	0.377 ns
Error (b )	18	96.50	5.36		
Total	35	5238.97			

**C.V. = 3.4 %**

El Cuadro 3.2. del ANVA muestra alta significación estadística para los efectos principales de labranza de suelo y niveles de Nitrógeno la longitud de tallo. Resultados que permitirán la evaluación respectiva de los factores mencionados. El coeficiente de variación muestra un valor de buena precisión proporcionándonos buena confianza en los resultados.



**Gráfico 3.1.** Estudio de los efectos principales de los diferentes niveles de nitrógeno y los diferentes tipos de labranza de suelos en la longitud de tallo. Pampa del Arco 2750 msnm.

El gráfico 3.1 muestra la prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de los niveles de Nitrógeno y los tipos de labranza en la longitud de tallo. La longitud de tallo representa a capacidad de formación biomasa, pero con el mejoramiento genético de las plantas de trigo se ha llegado a obtener trigos de porte pequeño, pero de gran longitud de espiga. La característica de estos trigos de corta longitud de tallos es que soportan fuertes niveles de abonamiento nitrogenado sin sufrir el efecto del tumbado.

**INIA, (2007)** manifiesta que la variedad de trigo Nazareno es de porte medio mide entre 1.20 a 1.30 cm de longitud de tallo como una variedad

moderna esta medida es apropiada para absorber fuertes cantidades de fertilización nitrogenada sin que se produzca la fisiopatía del tumbado. En el experimento llevado a cabo en la localidad de Pampa del Arco se obtuvieron alturas de planta similares a lo indicado por la institución que lanzo esta variedad para su siembra comercial.

### 3.2.2 Número de espigas. m<sup>-2</sup>

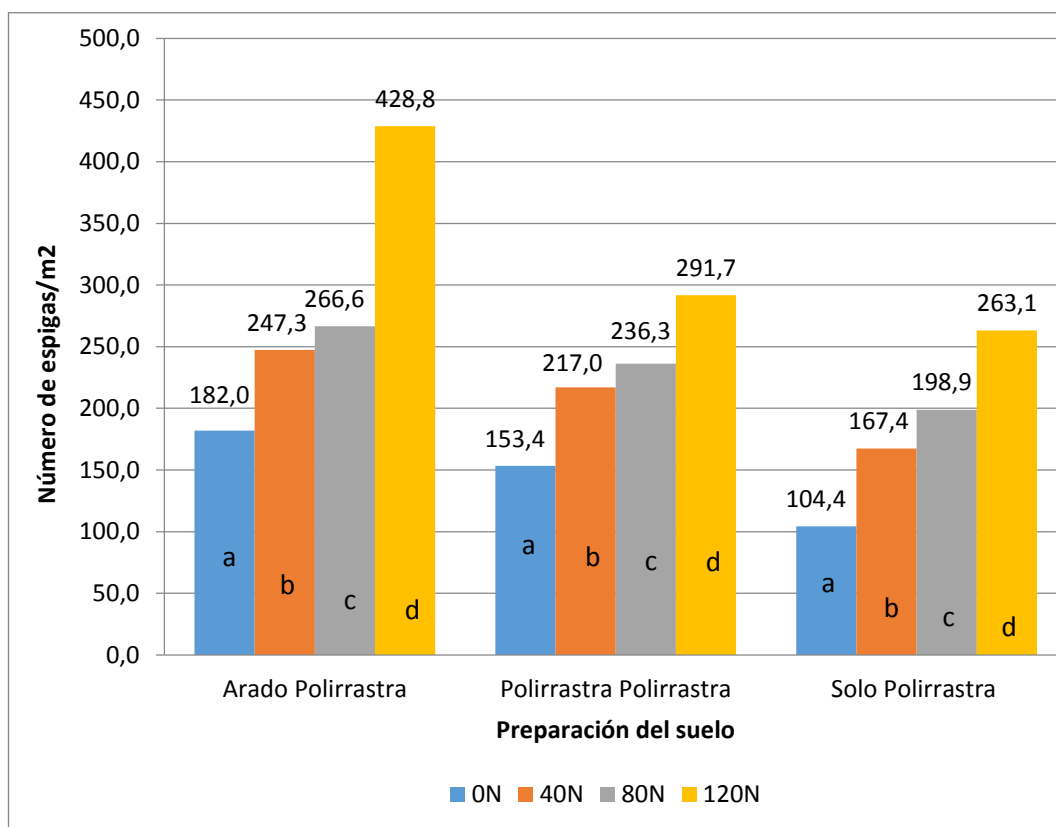
**Cuadro 3.3.** Análisis de variancia del número de espigas/m<sup>2</sup> en labranza de suelos y niveles de abonamiento nitrogenado. Pampa del Arco 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	7265	3633	6.69	0.443 ns
Labranza( L )	2	57759	28880	73.49	<.0001 **
Error (a)	4	1571	393		
Nitrógeno ( N )	3	152254	50751	9346	<.0001 **
Interacción ( L x N)	6	15190	2532	4.66	0.003 **
Error (b )	18	9775	543		
Total	35	243015			

**C.V. = 10.1 %**

El número de espigas. m<sup>-2</sup> es la variable que está relacionado directamente con el rendimiento de grano de trigo, en el Cuadro 3.3. muestra alta significación estadística en la interacción de la labranza del suelo con los niveles de nitrógeno, este resultado permite el estudio de los efectos simples para un mejor análisis de los resultado. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento, la variación encontrada es propia de las diferentes características del suelo, variación en el desarrollo del cultivo y la distribución de la humedad que no es uniforme.

Sin embargo, este error es menor que los cuadrados medios de los factores estudiados.



**Grafico 3.2.** Prueba de Tukey de los efectos simples del número de espigas. $m^{-2}$  en la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno en cada tipo de labranza de suelo. Pampa del Arco 2750 msnm.

El gráfico 3.2 muestra que el tratamiento de labranza de suelo utilizando arado y para tapar la semilla utilizando la polirrastra, aplicando el nivel de 120  $kg \cdot ha^{-1}$  de nitrógeno se encuentra la mayor respuesta al número de espigas/ $m^2$ . Esta diferencia es con significación estadística frente a los demás tratamientos. Cuando solamente se utiliza la polirrastra en labranza de suelo y tapado de la semilla, se observa una menor

respuesta en todos los niveles de nitrógeno utilizado. El resultado indica claramente que para el número de espigas/m<sup>2</sup> su incremento está relacionado con la labranza del suelo y un nivel alto de uso del nitrógeno. Se observa también que el suelo responde a la mejor labranza del suelo sin nivel de nitrógeno.

**Martinez et al, (2015)** indica que cuando las condiciones permiten una respuesta al abonamiento nitrogenado, la aplicación en dosis fraccionadas garantiza la disponibilidad del nutriente en etapas importantes del cereal como el encañado y el espigado y, por lo tanto, en su efecto sobre los componentes del rendimiento, como pueden ser el número de espigas.m<sup>-2</sup> y peso del grano. En zonas semiáridas es de importancia la fertilización que indirectamente proporciona buen vigor a los tallos con espiga.

**Rodríguez y Di Ciocco (1996)**, con variedades locales comparado con abonamiento químico y abonamiento biológico (*Azospirillum*) en las pampas argentinas, obtiene respuesta significativa al abonamiento nitrogenado obteniendo un promedios de 410 espigas. m<sup>-2</sup> y de tan solo 250 espigas. m<sup>-2</sup> para el abonamiento biológico. Nuestros resultados obtenidos en Pampa del Arco en el presente experimento son superiores, esto demuestra que las variedades utilizadas muestran mayor potencialidad genética para este parámetro.

**Guevara (2012)**, reporta en la misma localidad de Pampa del Arco, con el tratamiento Arado, Polirrastra y un nivel de fertilización de 180-90-60 de NPK un valor en número de espigas.m<sup>-2</sup> de 352 a 403, valores que se aproxima a los obtenidos en el presente experimento

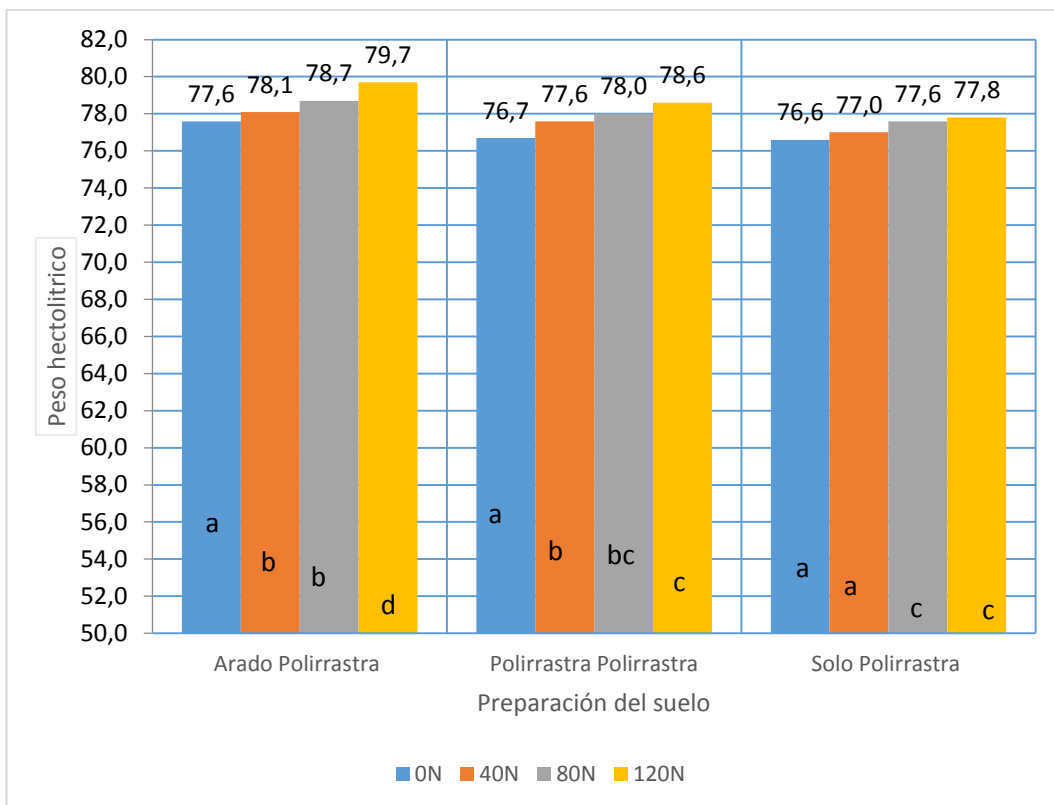
### 3.2.3 Peso hectolitrico.

**Cuadro 3.4.** Análisis de variancia del peso hectolitrico del grano de trigo en la labranza de suelos y niveles de abonamiento nitrogenado. Pampa del Arco 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.0289	0.0144	0.26	0.773 ns
Labranza ( L )	2	10.6956	5.3478	481.783	<.0001 **
Error (a)	4	0.0444	0.0111		
Nitrógeno ( N )	3	15.0400	5.0134	0.20	<.0001 **
Interacción ( L x N)	6	0.8867	0.1478	90.86	0.049 *
Error (b )	18	0.9933	0.0552	2.60	
Total	35	27.6899			

**C.V. = 0.3 %**

El Cuadro 3.4. muestra significación estadística para el efecto de la interacción, labranza del suelo y abonamiento nitrogenado este resultado permite el análisis de los efectos simples mostrados línea bajo. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión toda vez que se trata de una pequeña variación dentro de cada tratamiento, pero gran variación entre los tratamientos.



**Gráfico 3.3.** Prueba de Tukey de los efectos simples de los niveles de abonamiento nitrogenado en cada labranza del suelo en el peso hectolitrico. Pampa del Arco 2750 msnm.

El gráfico 3.3 muestra que con el tratamiento Arado y tapado de la semilla con la polirrastra en forma general se obtiene un mejor peso hectolítico, así mismo con el aumento del abonamiento nitrogenado se incrementa el peso hectolitrico, superando estadísticamente a los demás tratamientos, por la mejor calidad de la semilla. Con una buena labranza del suelo y un nivel alto de abonamiento en la zona semiárida se logra buena calidad de la semilla.

**Noriega (1995)**, menciona que el peso hectolítico mide el peso específico del trigo que nos indica buena calidad del trigo y según los

genotipos varían en su peso, en nuestro experimento los valores encontrados están dentro de los valores mencionados de la característica varietal del cultivar nazareno. El abonamiento y la labranza del suelo influyen fuertemente en el mayor peso hectolítrico. Según **ICARDA (1988)**, los trigos obtenidos están clasificados como trigos pesados de buena calidad y con un buen llenado adecuado del grano.

**Cuadro 3.5.** Estadística descriptiva del peso de 1000 semillas del trigo nazareno en los diferentes tratamientos. n =100. Pampa del Arco 2750 msnm

Tratamientos	Promedio	D. Estándar	C. Variación	Observ. max	Observ. Min
<b>A. P. 0 N</b>	42.3	3.5	8.2 %	45.6	35.6
<b>A. P. 40 N</b>	45.1	2.6	5.7 %	47.0	38.0
<b>A. P. 80 N</b>	46.7	2.9	6.1 %	48.2	38.7
<b>A. P. 120 N</b>	49.0	1.0	2.1 %	51.2	47.6
<b>P. P. 0 N</b>	41.1	5.2	12.6%	45.6	28.6
<b>P. P. 40 N</b>	42.6	4.6	10.8%	47.0	34.8
<b>P. P. 80 N</b>	45.1	3.4	7.6 %	47.3	38.7
<b>P. P. 120 N</b>	45.9	3.5	7.6 %	49.5	39.5
<b>P. 0 N</b>	39.2	4.3	10.9 %	42.5	30.8
<b>P. 40 N</b>	40.6	2.9	7.2 %	43.7	34.8
<b>P. 80 N</b>	41.5	2.8	6.6 %	43.3	36.7
<b>P. 120 N</b>	42.8	2.6	5.9 %	46.5	38.9
A = Arado    P = Polirrastra					



El Cuadro 3.5. muestra las variables estadísticas de los diferentes tratamientos, se observa un aumento en el promedio del peso de 1000 semillas al incrementar el nivel de nitrógeno. La desviación estándar como una medida de variación tiene un menor valor en los tratamientos con mayor nivel de nitrógeno mostrando una homogeneidad en los datos obtenidos, de igual modo en el coeficiente de variación. Existe una respuesta a la labranza del terreno con una pasada de arado y tapado de semilla con polirrastra, este procedimiento con el nivel de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrógeno tiene un valor de 48.75 gr. para el peso de 1000 semillas.

**INIA (2007)** menciona en su boletín con la descripción a la variedad Nazareno como un cultivar de peso de 1000 semillas con un valor de 45 gr. En nuestro experimento el peso de 1000 semillas supera ligeramente este valor en el mejor tratamiento de preparación del terreno con la labranza convencional y la adición de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Nitrógeno.

**Cuadro 3.6.** Estadística descriptiva del número de granos.espiga<sup>-1</sup> del trigo nazareno en los diferentes tratamientos. n =100. Pampa del Arco 2750 msnm

Tratamientos	Promedio	D. Estándar	C. Variación	Obser. Max	Obser. Min
<b>A. P. 0 N</b>	34.10	8.56	25.12 %	46.0	19.0
<b>A. P. 40 N</b>	36.10	7.91	21.92 %	50.0	16.0
<b>A. P. 80 N</b>	42.45	8.77	20.67 %	58.0	30.0
<b>A. P. 120 N</b>	48.75	5.99	12.29 %	62.0	40.0
<b>P. P. 0 N</b>	32.80	6.92	21.09 %	43.0	19.0
<b>P. P. 40 N</b>	33.90	6.60	19.47 %	46.0	23.0
<b>P. P. 80 N</b>	35.70	5.77	16.16 %	45.0	23.0
<b>P. P. 120 N</b>	43.45	2.98	6.86 %	48.0	37.0
<b>P. 0 N</b>	31.0	5.52	17.79 %	40.0	19.0
<b>P. 40 N</b>	32.5	6.30	19.37 %	46.0	23.0
<b>P. 80 N</b>	33.6	4.35	12.93 %	41.0	23.0
<b>P. 120 N</b>	40.9	2.88	7.05 %	47.0	35.0
A = Arado P = Polirrastra					

El Cuadro 3.6 muestra las variables estadísticas de los diferentes tratamientos, se observa un aumento en el promedio del número de granos.espiga<sup>-1</sup> al incrementar el nivel de nitrógeno. La desviación estándar como una medida de variación tiene un menor valor en los tratamientos con mayor nivel de nitrógeno mostrando una homogeneidad en los datos obtenidos, de igual modo en el coeficiente de variación. Existe una respuesta a la labranza de suelo del terreno con una pasada de arado y tapado de semilla con polirrastra, este procedimiento con el

nivel de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrógeno tiene un valor promedio de 48.75 gr. para el peso de 1000 semillas.

**INIA, (2007)** reporta al cultivar Nazareno con un número de granos.espiga<sup>-1</sup> de 49. El número de granos.espiga<sup>-1</sup> está relacionado directamente con el peso de grano/espiga y ambos constituyen las variables que van a incidir fuertemente en el rendimiento del grano. Los valores obtenidos en el presente experimento coinciden con los valores reportados.

La mecanización, implementos y equipos son insumos agrícolas, tan notables que sin ellos la producción agropecuaria de alimentos no sería posible. En algunas circunstancias lo que obstaculiza la producción de cultivos, es no disponer de la suficiente mano de obra, animales de tiro o máquinas para obtener el máximo rendimiento de los recursos de que se disponen. Por tanto, la mejora e incorporación de la tecnología mecánica y su gestión eficiente genera alternativa para aumentar la producción y la seguridad alimentaria. El uso de procesos de mecanización adecuados en la producción han sido factores decisivos para la modernización y obtención de logros hasta ahora alcanzados (aumento de las áreas de producción exportaciones de la productividad y reducción de costos entre otros factores). Es evidente ante la internacionalización de los mercados de la necesidad de un modelo de desarrollo económico a mediano plazo, que promueva procesos más intensivos de mecanización e industrialización del sector agropecuario con el fin de hacerlo más

competitivo (Cortes et al, 2009). El número de granos.espiga<sup>-1</sup> es la variable de mayor importancia en el trigo que depende fuertemente de la preparación del suelo y objetivo principal es la retención del agua en la zona semiárida de Pampa del Arco.

### 3.2.3 Rendimiento de Grano

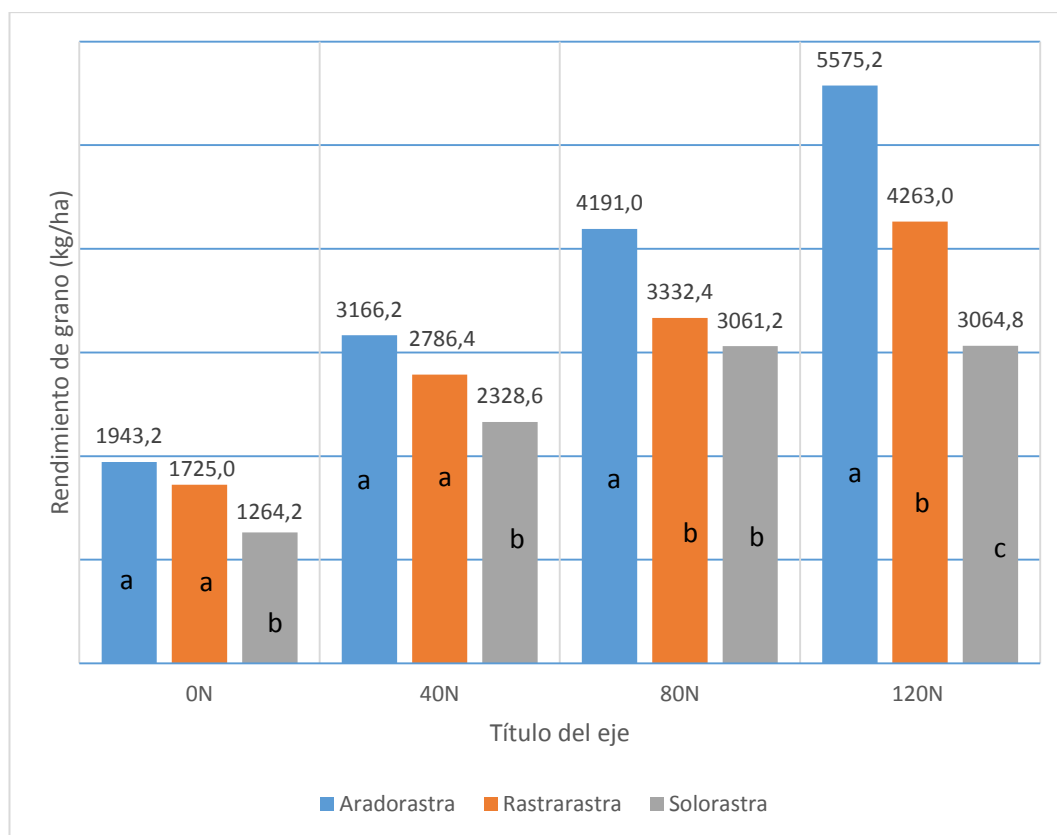
**Cuadro 3.7.** Análisis de variancia del rendimiento de grano de trigo en la labranza de suelos y niveles de abonamiento nitrogenado. Pampa del Arco 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	186322	93161	0.85	0.443 ns
Preparación( P )	2	9993402	4996701	58.68	<.0001 **
Error (a)	4	340595	85142		
Nitrógeno ( N )	3	34687957	11562652	105.78	<.0001 **
Interacción ( P x N)	6	3332451	555408	5.08	0.003 **
Error (b )	18	1968132	109341		
Total	35	50508858			

**C.V. = 10.8 %**

El rendimiento de grano de trigo es la variable de mayor importancia entre todas las variables estudiadas, en el 3.7 del análisis de variancia se observa alta significación estadística en la interacción de la labranza de suelo del suelo con los niveles de nitrógeno, este resultado permite el estudio de los efectos simples para un mejor análisis de los resultados. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento, la variación encontrada es propia de las diferentes características del suelo, variación en el desarrollo del cultivo y la distribución de la humedad que

no es uniforme. Sin embargo, este error es menor que los cuadrados medios de los factores estudiados.



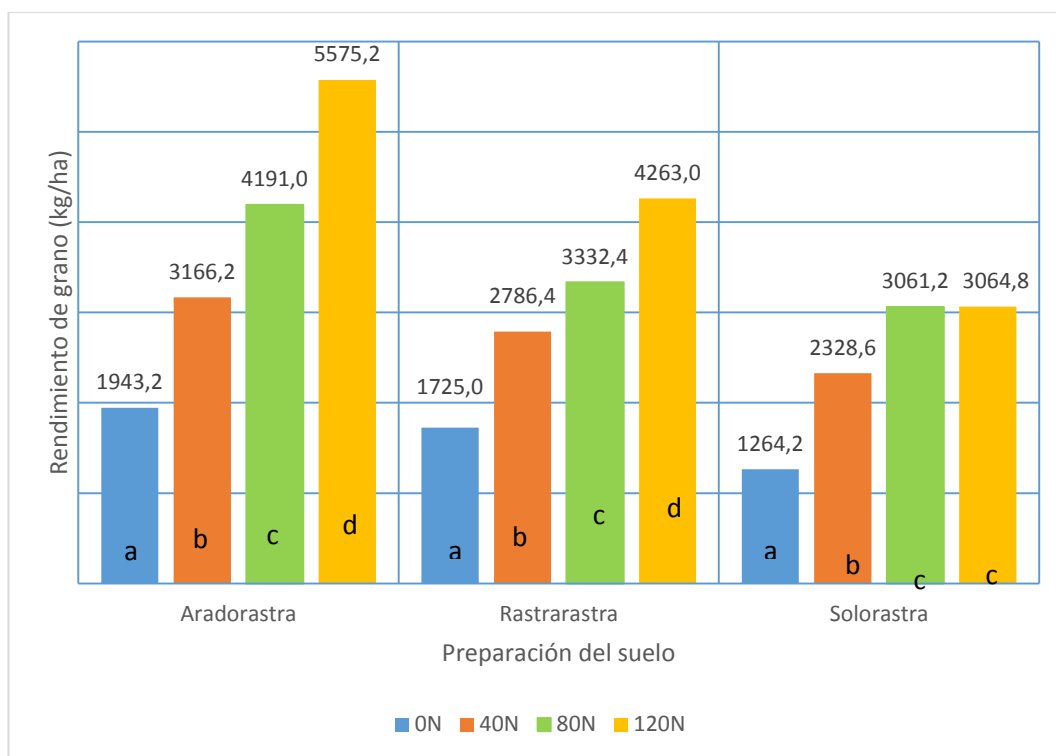
**Gráfico 3.4.** Prueba de Tukey de los efectos simples de los niveles de abonamiento nitrogenado de cada labranza de suelos en el rendimiento de grano. Pampa del Arco 2750 msnm

En el gráfico 3.4 se observa el efecto simple de los niveles de abonamiento nitrogenado en cada tipo de labranza del suelo, donde se observa una mayor respuesta en el rendimiento de grano, a la labranza del suelo con arado y luego una pasada de la polirrastra para el tapado de la semilla, adicionando el nivel de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno obteniendo un rendimiento de 5575.2 kg.ha<sup>-1</sup> de grano de trigo. La labranza del terreno y la incorporación del abono son de gran importancia en la zona semiárida de Pampa del Arco.

**García (2012)**, menciona que el nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante para la producción vegetal de los cereales las cantidades requeridas por los cultivos y por la frecuencia con que se observan deficiencias en suelos agrícolas, es así que la agricultura de altos rendimientos depende del uso del abono nitrogenado. Las condiciones económicas del sector agropecuario tanto a nivel mundial como nacional y la necesidad de preservar el ambiente, básicamente los recursos suelo, agua y atmósfera, requieren del uso más eficiente de los nutrientes.

Para maximizar la eficiencia de uso de  $N_2$  debemos conocer la dinámica del nutriente en el sistema suelo-planta-atmósfera y como el manejo de suelos y cultivos afecta esta dinámica. La principal fuente de  $N_2$  se halla en la atmósfera como  $N_2$  el cual representa aproximadamente 78% de la composición del aire. Las plantas no pueden absorber directamente el  $N_2$  del aire y este debe ser fijado por microorganismos de vida libre o simbiótica. La fijación biológica de  $N_2$  (FBN) resulta en la formación de compuestos orgánicos nitrogenados, los cuales ingresan directamente a la planta en el caso de las asociaciones simbióticas, o deben ser mineralizados para ser absorbidos por los cultivos. La FBN contribuye en cantidades variables al sistema suelo-planta dependiendo del tipo de organismo que la lleva a cabo, la planta asociada, y las condiciones de suelo y clima.

En la zona semiárida de Pampa del Arco (2760 msnm) por la alta temperatura (máxima 25 °C) alcanzada en los meses de enero a abril la mejor eficiencia del aprovechamiento del N<sub>2</sub> incorporado mediante la fertilización es la de una mejor labranza de suelo que se consigue con una labranza convencional.



**Gráfico 11.** Prueba de Tukey de los efectos simples de los niveles de abonamiento nitrogenado de cada labranza de suelo en el rendimiento de grano. Pampa del Arco 2750 msnm

El gráfico 11 muestra una mejor respuesta al uso del mayor nivel de nitrógeno (120 kg.ha<sup>-1</sup>) que consiste en la labranza de suelos de una pasada de arado y luego para tapar la semilla una pasada de polirrastra en el que se obtiene una mejor respuesta en el rendimiento de grano. También existe una mayor respuesta al solo hecho de preparar el terreno con el tratamiento mencionado.

Este resultado explica la gran importancia de la labranza de suelo que permite una mejor retención de la humedad en zona semiárida donde la evapotranspiración es alta. Del total del agua que llega al suelo bajo la forma de lluvia intensa, una parte se infiltra y el resto pasa a formar la escorrentía, concentrándose en las depresiones naturales del terreno, escurriendo hasta encontrar áreas de deposiciones natural (planicie, bajadas, red de drenaje). A medida que la escorrentía aumenta, es mayor es la capacidad de producir erosión, aumentando la velocidad del agua. Según **Rufino (1989)**, la velocidad crítica de escurrimiento de la escorrentía en el cual comienza el arrastre de partículas degradadas es de  $5 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$  en suelos arenosos y de  $8 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$  en suelos arcillosos.

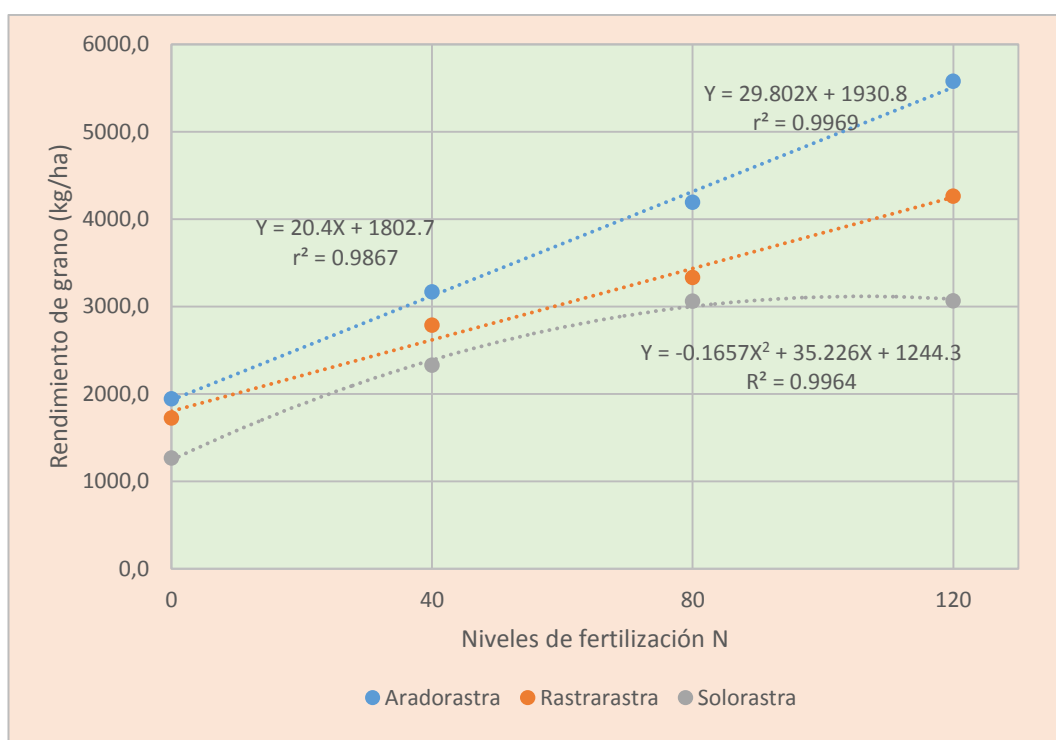


Gráfico 12 Regresión del rendimiento de grano en los niveles de abonamiento nitrogenado en cada método de labranza de suelo. Pampa del Arco 2750 msnm.



En el campo experimental dentro de las unidades experimentales no se ha observado escorrentía alguna, esto debido a la protección del área del experimento, la labranza de suelo en forma convencional, primaria y secundaria que ha mostrado la capacidad de retención del agua, la siembra del cultivo y la distribución casi uniforme de las lluvias. Esta actividad ha reflejado fuertemente en los resultados del rendimiento de grano y en el número de espigas.m<sup>-2</sup> en nuestro experimento en los mejores tratamientos de labranza de suelo y el abonamiento Nitrogenado.

El gráfico 12 de la tendencia del rendimiento de grano con el tipo de labranza de suelo y los niveles de abonamiento nitrogenado, muestra diferente comportamientos. Existe una tendencia lineal creciente con los niveles de nitrógeno, esta respuesta explica la gran importancia de la labranza de suelo, El caso opuesto cuando no se realiza una buena labranza de suelo los niveles creciente de nitrógeno no son aprovechados por el cultivo observándose una tendencia cuadrática, este resultado indica que el rendimiento con la incorporación de 80 y 120 de N<sub>2</sub>.ha<sup>-1</sup> tienen una misma repuesta. Este resultado se puede explicar que en zonas semiáridas debido a la intensa evapotranspiración el nitrógeno es fácilmente volatilizado perdiéndose este elemento.

**Poehlman (1976)**, el rendimiento es influenciada por todas las condiciones ecológicas que afectan el crecimiento de la planta, así como la herencia; además, la capacidad intrínseca del rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta como el

macollaje, tamaño densidad de la espiga, el número de granos por espiguilla o el tamaño del grano. Sin embargo, estos componentes físicos del rendimiento, no pueden actuar aislados como índices del rendimiento unitario sino como expresión de la interacción de 3 variables: El número de espigas por unidad de superficie, el número de granos por espiga y el peso medio por grano. El cultivar Nazareno se ha seleccionado para responder en su rendimiento cuando se le dote de todo el adecuado manejo agronómico al cultivo.

**Prats y Clemment (1960) y BIBLIOTECA AGROPECUARIA (1970)** informan, que las flores fértiles depende de la evapotranspiración potencial, el cual influye en el número de granos que se forma a partir de la espiguilla. La evapotranspiración elevada debilita la fotosíntesis de las últimas hojas y de la espiga, el cual disminuye el peso de mil granos y por ende el rendimiento.

**Noriega (1995)**, reporta rendimientos en tesis profesional realizada en la Universidad Agraria La Molina, rendimientos para la variedad Andino INIAA y Gavilán, de 4922.5, 4677.0, respectivamente. En el presente ensayo se encontró para las respectivas variedades 3812.0 y 3693.80. Esta baja productividad se debe a la presencia de malezas, especialmente la cebadilla que se presentó en forma localizada en el campo de cultivo, durante toda la campaña. Las malezas compitieron con el cultivo por espacio, reduciendo la densidad de los tallos por unidad de superficie, en los lugares donde eran más numerosas. Esta infestación

localizada puede haber originado las diferencias en cuanto al rendimiento. En el presente experimento se presentó competencia de malezas como: cebadilla, mostaza y otras las que fueron eliminadas con un deshierbo manual a la que el cultivo de trigo respondió con mayores resultados.

Varios experimentos de recuperación de nitrógeno han informado pérdidas del 20 a 50 % de la fertilización nitrogenada en trigo, a pesar de que su dotación se hace en dos periodos (siembra y macolla), estas pérdidas atribuidas a los efectos combinados de desnitrificación, volatilización y lixiviación. Modificar el momento y la forma de aplicación del N<sub>2</sub> incide en un mejoramiento en la eficiencia de absorción (**Raun y Johnson, 1999**).

**Sulca (2009)** menciona resultados obtenidos en Chiara donde los rendimientos en el trigo variedad Nazareno, 6075 y 5007 kg.ha<sup>-1</sup> con los siguientes niveles de abonamiento nitrogenado de 60-60-60 y 40-50-50 en tres regímenes de abonamiento: a la siembra, pleno macollaje y elongación de tallo. En nuestro trabajo experimental se tienen casi similares rendimientos bajo condiciones semiárida de alta evapotranspiración.

**Campillo y Jobet (2005)** reporta que la fertilización nitrogenada es la que más influye sobre el rendimiento de grano. Un aumento de la dosis de fertilización nitrogenada da lugar a un aumento del número de espigas y número de granos por espiga y a un descenso del peso de los 1000

granos. Este problema es de gran importancia debido a que no deberá proporcionarse el nitrógeno en forma creciente sin control.

**Del Águila (1981)**, menciona que las altas temperaturas al igual que las bajas afectan al trigo de acuerdo en el momento que se producen y están asociadas con periodos de falta de agua (sequía) durante las primeras etapas de crecimiento; si existe una adecuada provisión de agua, las temperaturas altas favorecen el desarrollo. Si falta agua o ésta es insuficiente, se reduce el número de macollos viables por planta y es menor el crecimiento. Se ha calculado que para obtener un rendimiento de  $3000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de grano limpio son necesario 450 milímetros disponibles durante todo el ciclo del trigo. Durante la Campaña donde se condujo el experimento la precipitación se dio en forma regular y superando la cantidad mencionada por el autor.

### **3.3 MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS**

El análisis económico del rendimiento en grano del trigo al 14 % de humedad de los tratamientos estudiada se presenta en el Cuadro 3.3.1, los mismos que han sido realizados teniendo en cuenta los costos de producción y los ingresos por ventas correspondientes (Anexo 1 A, 2 A, 3 A ). La mayor utilidad se obtuvo con el tratamiento de labranza secundaria consistente en: una pasada de arado de cuatro discos y luego una pasada de polirrastra para el tapado de la semilla, en este procedimiento se aplicó  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Nitrógeno, con el que se alcanza

una rentabilidad de 320.0%, el resultado significa por cada sol invertido se tiene una rentabilidad de 3.2 nuevos soles.

Esto demuestra que en suelos semiáridos como la de Pampa del Arco es mejor la labranza mencionada debido a que tiene mayor capacidad de retención de humedad. Como una segunda alternativa con una rentabilidad del 240.0% está el tratamiento de labranza con dos pasadas de polirrastra y la fertilización de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno. Una menor rentabilidad se obtiene con la labranza de una sola pasada de polirrastra y cuando no se adiciona la fertilización Nitrogenada

**Cuadro 3.3.1** Rentabilidad de la producción de trigo (kg/ha) en los tratamientos evaluados. Pampa del Arco 2750 msnm

Tratamiento	Rdto. (kg/ha <sup>-1</sup> )	Precio (s./kg)	Ingreso ventas (S/.)	Costo de producción (S/.)	Utilidad (S/.)	Rentab (%)
Arado/polirrastra 120N	5575.2	1.80	10035.36	2401.80	7633.56	320.0%
Polirrastra/polirrastra 120N	4263.0	1.80	7673.40	2247.40	5426.00	240.0%
Arado/polirrastra 80N	4191.0	1.80	7543.80	2295.00	5248.80	230.0%
Polirrastra/polirrastra 80N	3332.4	1.80	5998.32	2140.60	3857.72	180.0%
Arado/polirrastra 40N	3166.2	1.80	5699.16	2188.20	3510.96	160.0%
Polirrastra 80N	3061.2	1.80	5510.16	2058.00	3452.16	170.0%
Polirrastra 120N	3064.8	1.80	5516.64	2164.80	3351.84	150.0%
Polirrastra/polirrastra 40N	2786.4	1.80	5015.52	2033.80	2981.72	150.0%
Polirrastra 40N	2328.6	1.80	4191.48	1951.20	2240.28	110.0%
Arado/polirrastra 0N	1943.2	1.80	3497.76	2081.40	1416.36	70.0%
Polirrastra/polirrastra 0N	1725.0	1.80	3105.00	1927.00	1178.00	60.0%
Polirrastra 0N	1264.2	1.80	2275.56	1844.40	431.16	20.0%

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- La buena labranza de suelo va a otorgar buenas condiciones de desarrollo de la planta y una mejor calidad del grano. Este resultado se obtiene con una labranza convencional consistente en preparación del suelo con arado y con polirrastra en el tapado de semilla y adicionando  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Nitrógeno. El peso de 1000 semillas obteniendo un promedio de 49.0 gr.
- La respuesta al rendimiento de grano en los diferentes tipos de labranza, se muestra a favor de la labranza convencional con una buena fertilización nitrogenada de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$ , tratamiento que proporciona un rendimiento de  $5575.2 \text{ kg.ha}^{-1}$  de grano limpio. Por otra parte, al utilizar polirrastra y polirrastra en el tapado de semilla (Labranza intermedia) con  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Nitrógeno, arroja un rendimiento de  $4191.0 \text{ kg.ha}^{-1}$  de trigo.

- Con el tratamiento de labranza secundaria consistente en: una pasada de arado de cuatro discos y luego una pasada de polirrastra para el tapado de la semilla, se alcanza una rentabilidad de 320.0%. Esto demuestra que en suelos semiáridos como la de Pampa del Arco es mejor la labranza mencionada debido a que tiene mayor capacidad de retención de humedad. Como una segunda alternativa con una rentabilidad del 240.0% está el tratamiento de labranza intermedia con dos pasadas de polirrastra y la adición de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- En la zona semiárida de pampa de Arco la preparación del suelo es recomendable efectuar una labranza convencional consistente en roturar el suelo con una pasada de arado de disco y para tapar la semilla con polirrastra, esta última operación tiene la finalidad de desterronar y tapar la semilla.
- Recomendar en zonas similares de Pampa de Arco la cosecha en un momento oportuno para evitar la caída del grano por la sobre maduración de las espigas y por la gran uniformidad en la madurez de cosecha del cultivo de trigo.
- También se puede recomendar la labranza de suelo con un arado de disco con tres cuerpos y dos pasadas rastra para un mejor mullido aprovechando la segunda pasada de rastra para el tapado de la semilla



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Bragach, M. y Mendez, A. 2004.** Siembra de trigo con sembradora-abonadora. Proyecto agricultura de precision. INTA manfreda. Cordova – Argentina.
2. **Camarillo, M. 2008.** Guía para producir trigo con labranza mínima y cero en el valle de Mexicale; Mexico.
3. **Cortez, E. Álvarez, F. y Gonzales, H. 2009.** La mecanización agrícola: Gestión, Selección y Administración de la máquina para las operaciones de campo. Medellín-Colombia, Revista CES.
4. **Crovetto, C. 1999.** Agricultura de conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo. Colección vida rural. 301pp.
5. **Cortazar, V. 2001.** Análisis de manejo de rastrojos en sistemas de labranza cero con el simulador CropSyst. En: U. De Concepción-U.de Chile.
6. **Daroch, R., Neumann, M. y Nissen, J. 1988.** Efectos de tres sistemas de labranza sobre la erodabilidad de un suelo. Agro Ciencia 4 (2):109-115.
7. **Freitas, V. 2010.** Manejo del suelo en pequeñas fincas. Roma, Publicación FAO.
8. **FAO 1997.** Agricultura de Conservación en los países en vías de desarrollo. Publicación. FAO; Roma 1997.
9. **García De Cortazar, V. 2002.** Análisis de manejo de rastrojos en sistemas de labranza cero con el simulador CropSyst. En: U. De Concepción-U.de Chile.

10. **García, F. 2010** El ciclo del Nitrógeno en ecosistemas Agrícolas. EEA INTA Facultad de Ciencias Agrarias Balcarcelon
11. **Guevara, P. 2012.** Tipos de labranza y niveles de fertilización NPK en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L) Pampa del Arco 2760 msnm. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, UNSCH - Ayacucho
12. **Grageda Cabrera, O. A., Follet, R. F., Mora, M. y Castellanos, J. Z. 1999.** Dinámica del Nitrógeno en Sistemas Bajo Labranza de Conservación. INIAF, México. USDA, USA
13. **Huaraca, L.O. 1987.** Efecto de déficit de agua entre fases fenológicas con tres fórmulas de fertilización sobre el rendimiento de trigo (*Triticum sativum*), variedad Ollanta a 238 msnm. .Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH: Ayacucho –Perú.
14. **Hercilio De Freityas, V. 2010.** Manejo del suelo en pequeñas fincas. Roma, Publicación FAO.
15. **Ibañez, A. y Aguirre, Y. 1983.** Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos. Programa Académico de Agronomía. UNSCH, Ayacucho Perú
16. **INIA 2007.** Trigo el Nazareno 411. Investigación para el desarrollo. Nota de Prensa 058-2007-INIA-PW.
17. **Jara, V. J. 1993.** Cultivo de trigo en la sierra del Perú Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Lima-Perú.
18. **Ledesma, L.; Solís, E.; Suaste, M. y Rodríguez, M. 2010.** Relación de métodos de labranza, siembra, riego y dosis de nitrógeno con el rendimiento de trigo. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.1. Texcoco. pp.55-63.

19. **López, R. 2010** Laboreo de Conservación: Efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Tesis para obtener Doctorado por la Universidad de Sevilla, España
20. **Martínez, J.M.; J.A. Galantini y M.R. Landriscini 2015.** Eficiencia en el uso del nitrógeno del trigo en la región semiárida de Buenos Aires (Argentina): efectos de la dosis y momento de aplicación. Agriscientia vol.32 no.1 Córdoba
21. **Mollericona, P. 2013.** Efecto de la fertilización nitrogenada y foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la localidad de Santa Cruz, Bolivia. Tesis para obtener título de ingeniería agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera de Ingeniería Agronómica.
22. **Noriega, K.G. 1995.** Evaluación del rendimiento y otras características de 25 líneas en trigo harinero en la Costa Central. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Agraria La Molina.
23. **Novelo Guizar M. 2005.** La labranza de conservación en México y apoyos de fira para su adopción. Banco de México – fira. Mexico, 2005
24. Parsons, D. L. 1989. Trigo, cebada, avena. Manual para educación agropecuaria Edit. Trillas. México.
25. **Parodi, P. y Romero, L. (1991).** Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. FAO. Manual Técnico.
26. **Pohelman, J.M. 1976.** Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. Limusa S.A. México.

27. **Prats, J. y Clemment, M. 1960.** Los cereales. Ediciones Mundi prensa. Madrid-España.
28. **Rodríguez, J. (1988).** Fertilización del cultivo de trigo. In PC. Parodi Manejo Tecnológico, costos, comercialización, calidad, procesamiento e investigación. Departamento de Ciencias Vegetales. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
29. **Rodríguez, C.A., y Di Ciocco, A. 1996.** Influencia de la Inoculación con *Azospirillum brasilensis* en trigo cultivado en suelos de la Provincia de la Pampa Argentina. Ciencia del suelo 14: 110-120.
30. **Sulca, P. R. 2009.** Producción y calidad del grano de trigo (*Triticum aestivum* L) bajo diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. canaan 2750 msnm – Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo UNSCH
31. **Velasco, R., Del Canto, R. J. y Mella, J. 1991.** Evaluación económica de diferentes sistemas de labranza de suelos: Tradicional, mínima y cero.
32. **Vieira, M.J. 1996.** Uso del arado de cincel para la producción agrícola y la conservación de suelos y agua. MAG-FAO, San José, Costa Rica. 41 pp.
33. **Villanueva, N.R. 1978.** Trigo participación. Lima, Ministerio de Agricultura y Alimentación. Boletín N° 3.

# ANEXOS

**Cuadro 1 A** Costos de producción del cultivo del trigo tratamiento labranza cero, abonamiento de (N =0)

Descripción	Unid	Cant	Valor unit. S/.	Sub total S/.	Total S/.
<b>I GASTOS DEL CULTIVO (C.D)</b>					<b>1563.00</b>
<b>1 Preparación del terreno</b>					
- No existe					
<b>2 Siembra</b>				<b>200.00</b>	
- Aplicación de abono y distribución de semillas	Jorn	04	30.00	120.00	
- Tapado de semillas	H/M	01	80.00	80.00	
<b>3 Labores culturales</b>				<b>480.00</b>	
- 2 <sup>do</sup> abonamiento (N)	Jorn	02	30.00	60.00	
- Deshierbo	Jorn	10	30.00	420.00	
<b>4 Cosecha</b>				<b>300.00</b>	
- Corte y trillado	Jorn	08	30.00	240.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	30.00	60.00	
				<b>583.00</b>	
<b>5.. GASTOS ESPECIALES</b>					
1. Semilla	kg	140	2.00	280.00	
2. Fertilizantes (PK)	kg.	180	1.20	216.00	
- Superfosfato	kg.	67	1.30	87.00	
- Cloruro de potasio					
				<b>281.40</b>	<b>281.40</b>
<b>II. GASTOS GENERALES (C I)</b>				156.30	
1. Leyes sociales (10%)				78.20	
2. Gastos administrativos (5%)				46.90	
3. Imprevistos (3%)					
<b>Costo Total De Producción (s/.)</b>					<b>1844.40</b>

**Resumen del costo de producción de los tratamientos:**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
<b>T1</b>	Una polirrastra, abonamiento (0-80-40 de NPK )	S/ 1844.40
<b>T2</b>	Una polirrastra, abonamiento (40-80-40 de NPK )	S/ 1951.20
<b>T3</b>	Una polirrastra, abonamiento ( 80-80-40 de NPK )	S/ 2058.00
<b>T4</b>	Una polirrastra, abonamiento (120-80-40 de NPK )	S/ 2164.80

**Cuadro 2 A** Costos de producción del cultivo del trigo tratamiento  
labranza mínima, abonamiento de (N =0)

Descripción	Unid	Cant	Valor unit. S/.	Sub total S/.	Total S/.
<b>I GASTOS DEL CULTIVO (C.D)</b>					<b>1633.00</b>
<b>1 Preparación del terreno</b>				<b>160.00</b>	
-Pasada Polirrastra	H/M	02	80.00	160.00	
<b>2 Siembra</b>				<b>200.00</b>	
- Aplicación de abono y distribución de semillas	Jorn	04	30.00	120.00	
- Tapado de semillas	H/M	01	80.00	80.00	
<b>3 Labores culturales</b>				<b>330.00</b>	
- 2 <sup>do</sup> abonamiento (N)	Jorn	01	30.00	30.00	
- Deshierbo	Jorn	10	30.00	300.00	
<b>4 Cosecha</b>				<b>360.00</b>	
- Corte y trillado	Jorn	10	30.00	300.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	30.00	60.00	
<b>5.. GASTOS ESPECIALES</b>				<b>583.00</b>	
1 Semilla	kg	140	2.00	280.00	
2 Fertilizantes (PK)	kg.	180	1.20	216.00	
Superfosfato	kg.	67	1.30	87.00	
Cloruro de potasio				<b>294.00</b>	<b>294.00</b>
<b>II. GASTOS GENERALES (C I)</b>				163.30	
1 Leyes sociales (10%)				81.70	
2 Gastos administrativos(5%)				49.00	
3 Imprevistos (3%)					
<b>Costo Total De Producción (s/.)</b>					<b>1927.00</b>



### Resumen del costo de producción de los tratamientos

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
<b>T5</b>	Dos Polirrastras y abonamiento (0-80-40 de NPK )	S/ 1927.00
<b>T6</b>	Dos Polirrastras y abonamiento (40-80-40 de NPK )	S/ 2033.80
<b>T7</b>	Dos polirrastras y abonamiento ( 80-80-40 de NPK )	S/ 2140.60
<b>T8</b>	Dos polirrastras y abonamiento (120-80-40 de NPK )	S/ 2247.40

**Cuadro 3 A** Costos de producción del cultivo del trigo tratamiento  
labranza Convencional, abonamiento de N = 0

Descripción	Unid	Cant	Valor unit. S/.	Sub total S/.	Total S/.
<b>I GASTOS DEL CULTIVO (C.D )</b>					<b>1763.00</b>
<b>1. Preparación del terreno</b>				<b>320.00</b>	
-Pasada de Arado	H/M	04	80.00	320.00	
<b>2. Siembra</b>				<b>200.00</b>	
- Aplicación de abono y distribución de semillas	Jorn	04	30.00	120.00	
- Tapado de semillas	H/M	01	80.00	80.00	
<b>3. Labores culturales</b>				<b>300.00</b>	
- Deshierbo	Jorn	10	30.00	300.00	
<b>4. Cosecha</b>				<b>360.00</b>	
- Corte y trillado	Jorn	10	30.00	300.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	02	30.00	60.00	
<b>5.. GASTOS ESPECIALES</b>				<b>583.00</b>	
3. Semilla	kg	140	2.00	280.00	
4. Fertilizantes (PK)	kg.	180	1.20	216.00	
- Superfosfato	kg.	67	1.30	87.00	
- Cloruro de potasio					
				<b>318.40</b>	<b>318.40</b>
<b>II. GASTOS GENERALES (C I)</b>				176.30	
3. Leyes sociales (10%)				88.20	
4. Gastos administrativos (5%)				53.90	
3. Imprevistos (3%)					
<b>Costo Total De Producción (s/.)</b>					<b>2081.40</b>

**Resumen del costo de producción de los tratamientos:**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
<b>T9</b>	Arado - Polirrastra y abonamiento (0-80-40 de NPK )	S/ 2081.40
<b>T10</b>	Arado - Polirrastra y abonamiento (40-80-40 de NPK )	S/ 2188.20
<b>T11</b>	Arado - Polirrastra y abonamiento ( 80-80-40 de NPK )	S/ 2295.00
<b>T12</b>	Arado - Polirrastra y abonamiento (120-80-40 de NPK )	S/ 2401.80

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto 1 Tractor agrícola FIAT realizando labranza convencional con arado de discos**



**Foto 2 Labranza convencional arado de cuatro discos**





**Foto 3 Crecimiento del trigo con labranza 2 y empleo de nitrógeno cero**



**Foto 4 Crecimiento de la muestra con labranza 2 y el empleo de nitrógeno 120 Kg/ha**



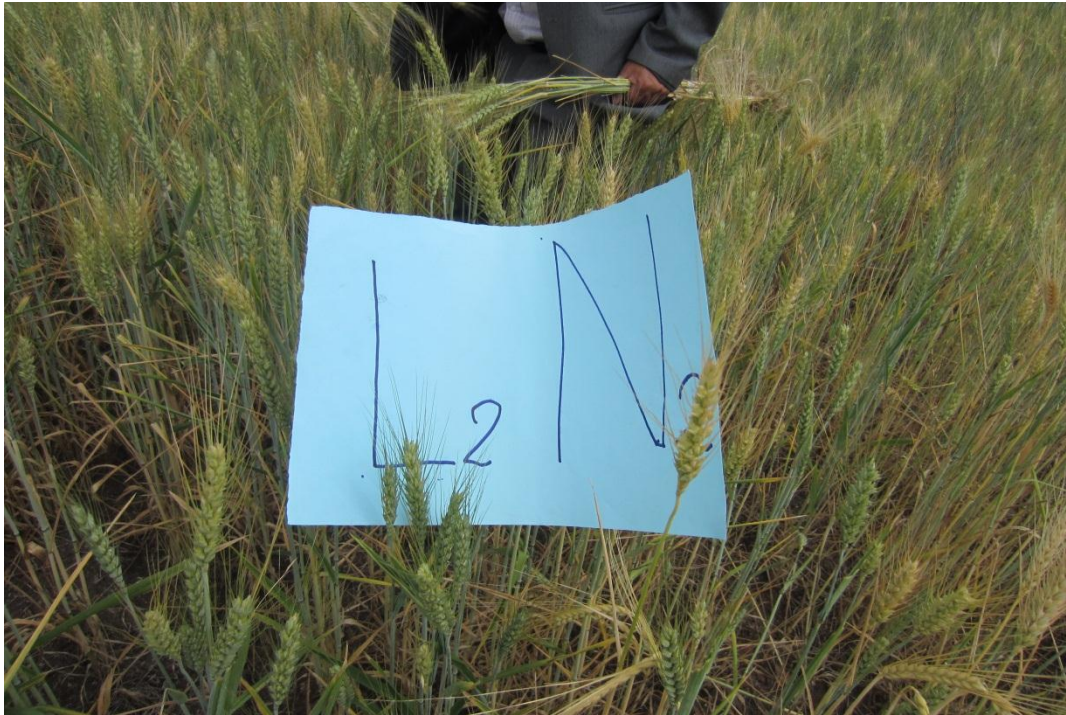


**Foto 5 Vista panorámica del crecimiento de trigo en el campo experimental**



**Foto 6 Evaluación del tratamiento labranza dos con aplicación de nitrógeno 40 kg/ha**





**Foto 7 Evaluación del tratamiento labranza dos con aplicación de nitrógeno 80 kg/ha**



**Foto 8 Evaluación del tratamiento labranza dos con aplicación de nitrógeno 120 kg/ha**





**Foto 9 Campo experimental previa a la cosecha**



**Foto 10 Campo experimental previa a la cosecha en otra vista.**