

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TIPOS DE LABRANZA Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN NPK  
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  
PERCY GUEVARA ORTIZ**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2013**

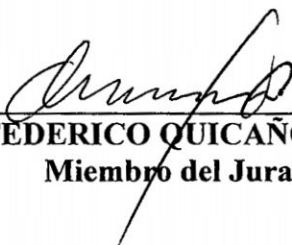
**“TIPOS DE LABRANZA Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN NPK  
EN EL CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) PAMPA DEL  
ARCO, 2760 msnm. AYACUCHO”**

Recomendado : 12 de setiembre de 2013  
Aprobado : 20 de setiembre de 2013



---

**Dr. ROLANDO BAUTISTAS GÓMEZ**  
Presidente del Jurado



---

**Ing. FEDERICO QUICAÑO SUÁREZ**  
Miembro del Jurado



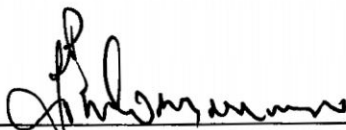
---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
Miembro del Jurado



---

**Ing. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA**  
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

**A mi hijo por haberme dado la fortaleza y motivación, para seguir adelante, logrando mi meta y poder llegar a ser un ejemplo para él.**

**A mi madre Maximiliana, por darme la vida, creer en mí, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante y por qué siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, y todo esto te lo debo a ti.**

**A mi padre Victor, por los ejemplos dignos de superación, perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante.**

**A mis hermanos Edwin, Nora y Magdalena, por su apoyo incondicional, por ser un ejemplo para mí y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles. Gracias a ustedes.**

**A mis amigos, quienes me ayudaron y participaron para lograr el presente trabajo. Gracias a ellos por su apoyo moral y ayuda constante.**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de generaciones estudiosas, por haberme dado la oportunidad para lograr ser una persona al servicio de la sociedad.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial consideración a los de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, con gratitud por sus sabias enseñanzas y orientaciones.

A los profesores, Ing. Federico Quicaño Suarez, Ing. Walter Mateo Mateu, Ing. Eduardo Robles García, a quienes considero mis maestros en lo sublime de la palabra, por su asesoramiento, comprensión y desinteresada ayuda.

A mis amigos y amigas estudiantes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, quienes me acompañaron en los momentos de trascendencia estudiantil y nos forjamos mutuamente para asumir responsabilidades de contribución y desprendimiento social, con quienes siempre estaremos unidos.

Agradezco a todas aquellas personas que de una y otra manera han contribuido en mi etapa estudiantil y que han dejado muchas enseñanzas, habiéndome ayudado a crecer y madurar, a todos los guardo en mi corazón por toda mi existencia.

## ÍNDICE

<u>Contenido</u>	<u>Pagina</u>
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Resumen	vi
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I: REVISIÓN DE LITERATURA	04
1.1 Labranza	04
1.2 Tipos de labranza	05
1.2.1 Labranza primaria	05
1.2.2 Labranza secundaria	08
1.3 Herramientas para la labranza secundaria antes de la siembra.	09
1.4 Sistemas de labranza	10
1.4.1 Labranza de conservación	10
1.4.2 Ventajas de la labranza de conservación	11
1.5 Labranza de conservación en el cultivo de trigo	14
1.6 Preparación del terreno	15
1.7 Siembra con mínima labranza.	17
1.8 Siembra con labranza cero	17
1.9 Siembra con labranza de conservación	17
1.10 Forma de sembrar	18
1.10.1 Labranza mínima	18
1.10.2 Labranza cero	18
1.10.3 Labranza de conservación	18
1.11 El cultivo de trigo	19
a) Origen y sistemática del cultivo de trigo	19
b) Morfología del trigo	20
c) Importancia económica y distribución geográfica del trigo.	21
d) Necesidades edafoclimáticas para el cultivo de trigo	22

<u>Contenido</u>	<u>Pagina</u>
e) Ciclo vegetativo del trigo.	23
f) Manejo agronómico del cultivo de trigo	28
1.12 Efecto de la labranza en los cultivos	36
<b>CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>39</b>
2.1 Ubicación geográfica	39
2.2 Antecedentes del campo experimental	39
2.3 Análisis físico químico del suelo	39
2.4 Características climáticas	41
2.5 Materiales requeridos	44
2.6 Diseño experimental y análisis estadístico	44
2.7 Factores en estudio	45
2.8 Tratamientos	46
2.9 Descripción del campo experimental	46
2.11 Instalación y conducción del experimento	48
a) Preparación del terreno	48
b) Demarcación del terreno	48
c) Siembra en las parcelas experimentales	48
d) Fertilización del cultivo de trigo	48
e) Deshierbos	49
f) Cosecha	49
2.12 Características evaluadas	49
a) Factores de Precocidad	49
a.1) Días a la emergencia	49
a.2) Días al macollamiento	49
a.3) Días a la madurez fisiológica	50
a.4) Días a la madurez de cosecha	50
b) Factores de Productividad	50
b.1) Altura de la planta.	50
b.2) Peso hectolítrico	50
b.3) Numero de espigas por metro cuadrado	50

<u>Contenido</u>	<u>Pagina</u>
b.4) Rendimiento de trigo	51
b.5) Rentabilidad económica	51
<b>CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>52</b>
3.1 Variables de precocidad	52
3.2 Variables de rendimiento	54
a) Altura de planta	54
b) Número de espigas por m <sup>2</sup> de cultivo	56
c) Rendimiento de grano de trigo	58
d) Peso hectolitrico	63
3.3 Merito económico de los tratamientos	67
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
4.1 Conclusiones	68
4.2 Recomendaciones	69
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>75</b>

## RESUMEN

En la zona semiárida de Pampa del Arco a 2750 msnm se instaló un experimento de tipos de labranza y fertilización NPK en el rendimiento del trigo harinero Nazareno, con los siguientes objetivos: a. Evaluar el efecto de los tipos de labranza y niveles de fertilización NPK en los componentes y rendimiento de trigo Nazareno bajo condiciones de secano en Pampa del Arco. b. Analizar el costo y beneficio de los tipos de labranza y niveles de fertilización NPK bajo las condiciones de Pampa del Arco. Los factores estudiados fueron: La preparación del suelo con tres métodos 1) Siembra del trigo en terreno disturbado y tapado de la semilla con poli rastra; 2) preparación del suelo con poli rastra, siembra del trigo y tapado de la semilla con poli rastra y 3) preparación del suelo con arado de disco, siembra de la semilla y tapado de la semilla con poli rastra. El otro factor es la fertilización NPK con tres niveles: 1) bajo (60-30-20 NPK), 2) medio (120-60-40 NPK) y alta (180-90-60). Estos dos factores se combinan formando 9 tratamientos, los que fueron conducidos en el Diseño de Parcelas Divididas con tres repeticiones (Bloques). En parcelas se distribuyó los métodos de labranza y en sus parcelas los niveles de fertilización. Las conclusiones a la que se arribó con el experimento fueron: 1. La madurez fisiológica se inicia y finaliza entre los 101 a 115 días después de la siembra. La cosecha se efectuó a los 137 días después de la siembra; 2. Existe respuesta en la altura de planta a la preparación de suelo en zona semiárida, siempre y cuando se proporcione una buena fertilización; 3. El tratamiento, arado + siembra + poli rastra es la que tiene una mejor respuesta en el número de espigas/m<sup>2</sup>, llegando a un valor de 403 en promedio de la fertilización utilizada; 4. El más alto rendimiento de grano de trigo

con un valor de 4395 kg/ha, se obtiene con la fertilización alta de 180-90-60 de NPK y la preparación de terreno con el procedimiento: arado, siembra y poli rastra; 5. Existe una alta respuesta a la fertilización alta de 180-90-60 de NPK y la preparación de terreno con el procedimiento: arado, siembra y poli rastra, en las variables de calidad Peso hectolitrico, longitud de espiga, número de granos/espiga y peso de granos/espiga.

## INTRODUCCIÓN

Antes de la invención del arado, la preparación del suelo se limitaba a remoción con algún implemento manual de piedra o de madera y a arrancar a mano las malezas que crecían junto a las plantas de interés económico, con el paso del tiempo el hombre fue buscando la manera de facilitar el trabajo que implicaba la producción de las plantas, hasta llegar a inventar el arado. Se cree que fueron los egipcios quienes inventaron el arado de madera, que consistía en un palo en forma de gancho, arrastrado por un buey. Aún a pesar de su antigüedad sigue utilizándose en gran parte del mundo y constituye el orgullo y símbolo del trabajo de muchos agricultores. Esto explica por qué se siguen arando los suelos, aún a pesar del grave deterioro que esto ocasiona.

Los agudos procesos erosivos que soportan la mayoría de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en el mundo, han tenido su inicio en la pérdida gradual de su contenido de materia orgánica debido a varios factores: Los más importantes son la deforestación, el sobre pastoreo, la quema de los residuos de cosecha y la labranza. En consecuencia, las herramientas que han contribuido inexorablemente a la pérdida de suelo y su contenido de materia orgánica han sido, el fuego, el hacha y el arado.

En los últimos treinta años se han producido cambios importantes en las técnicas y en los sistemas de labranza. Muchos de ellos han venido condicionados por

motivos puramente económicos, ya que ante el continuo y progresivo desfase que existe entre los precios percibidos por los agricultores y los precios que pagan por los factores de producción, se hace imprescindible adoptar técnicas de labranza que contemplen una reducción de los costes de producción. Al mismo tiempo, el desarrollo de nuevos aperos y la irrupción en el mercado de los herbicidas de acción total, los cuales permiten controlar las malas hierbas sin necesidad de labrar, también han jugado un papel importante en la aparición de estos nuevos sistemas de laboreo.

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.

En condiciones semiáridas de Ayacucho, no existen trabajos de investigación sobre laboreo del suelo, donde se observen las ventajas de la labranza del terreno, por ello tomando en cuenta los planteamientos descritos se plantea el presente experimento en el cultivo de trigo, bajo condiciones de semiáridas de

Pampa del Arco, con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de los tipos de labranza y niveles de fertilización NPK en los componentes de rendimiento de trigo variedad El Nazareno bajo condiciones de secano en Pampa del Arco.
2. Analizar el costo y beneficio de los tipos de labranza y niveles de fertilización NPK bajo las condiciones de Pampa del Arco.

# CAPITULO I

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1 LABRANZA

Se puede definir como la intervención del suelo, para la obtención de condiciones deseables de cama de semillas para el desarrollo de un cultivo, sin producir deterioro del recurso suelo, a la vez garantice cosechas abundantes, dentro de los márgenes aceptables de rentabilidad económica. 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.

La 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 (**Smart y Bradford, 1996**). 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**).

**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 - explica José Benítez, del Servicio de Gestión de las Tierras y Nutrición de las Plantas de la FAO. 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 TIPOS DE LABRANZA**

### **1.2.1 LABRANZA PRIMARIA**

**Díaz Hhenker (2001)**, define que es una de las acciones más agresivas que se

realizan en el suelo alcanzando profundidades que van desde los 15 cm en labores superficiales para establecer cultivos, hasta cerca de 1 metro cuando se desea mejorar sus condiciones de permeabilidad rompiendo capas profundas compactadas.

En un sentido más amplio, la labranza primaria es aquella que rotura por primera vez un suelo antes de establecer un cultivo. Por lo tanto, la acción a realizar es una labor pesada que consume mucha potencia de tracción. Se realiza con arados de vertedera, de discos, cinceles y subsoladores.

#### **a) Acciones de las herramientas en el suelo**

La acción que realiza la herramienta en el perfil del suelo es el factor más importante desde el punto de vista agronómico para establecer un cultivo, por lo tanto, su selección requiere de un profundo análisis.

Los efectos que las herramientas de labranza primaria causan en el perfil del suelo son los factores más importantes para el cultivo de las plantas y, por lo tanto el que requiere el mayor análisis para seleccionar y emplear la herramienta correspondiente. La forma como el perfil puede ser modificado por el paso de las herramientas son los siguientes:

#### **b) Inversión o volteo**

Es la inversión del prisma con el objetivo de enterrar la vegetación existente compuesta por el rastrojo del cultivo anterior, las malezas y los fertilizantes.

Los arados de vertedera y de discos son los más apropiados para esta acción.

#### **c) Mullimiento**

Consiste en reducir la cohesión con un aumento de la porosidad. Se forman

terrones separados entre sí por efecto de una división mecánica causada por fisuración, fricción, laminado, seccionamiento e impacto.

**d) Fisuración**

Es la fractura que se presenta delante de la herramienta a intervalos regulares. Contribuye a ello como un factor muy importante el contenido de humedad. En terrenos secos se forman fisuras grandes dando lugar a terrones grandes. A medida que la humedad aumenta, la cohesión molecular disminuye y con ello la resistencia del suelo a la fractura, resultando cerca del límite plástico la fisuración mayor.

**e) Fricción**

La rotura por fricción se produce cuando los agregados del suelo se deslizan entre sí, o bien con los elementos de la herramienta y entre ellos existe una carga.

**f) Laminado**

Se produce cuando la herramienta se desplaza sobre el suelo como ocurre en la parte posterior de los arados de vertedera que comprimen el prisma volteado en la pasada anterior. Esta acción puede ser considerada intermedia entre compresión y fricción dando como resultado un suelo finamente dividido.

**g) Seccionamiento**

Es la fragmentación del perfil en toda la zona donde operan las herramientas del tipo de cuchillas. Los arados cincel y subsoladores se caracterizan por este efecto.

**h) Impacto**

Es la aplicación de una carga instantánea como la producida por las cuchillas de

los arados rotativos accionados por un tractor.

### **1.2.2 LABRANZA SECUNDARIA**

**Navarro Bravo (1999)**, define el término de labranza secundaria a todas las operaciones que se realizan a profundidades de 0 a 15 cm de profundidad en suelo previamente arado, dando al suelo las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo. Por lo tanto, estas pueden realizarse antes de la siembra para preparar la cama de semillas y, aquellas que se efectúan después que el cultivo se ha desarrollado, especialmente para crear surcos para el riego y controlar malezas.

#### **a) Labranza secundaria antes de la siembra**

Las labores de labranza secundaria antes de la siembra comprenden todas las operaciones que se realizan sobre el suelo de profundidad 0 hasta unos 15 cm sea para afirmarlo con rodillos o con rastras creando la cama de siembra dando al suelo las mejores características para una buena germinación de las semillas. Es importante que en esta zona se obtenga un perfil bien asentado con buena granulación para lograr un buen contacto suelo-semilla, condición indispensable para su germinación.

La forma como el suelo debe ser trabajado depende de los mismos factores analizados para la labranza primaria. Hay que destacar que son relevantes los requerimientos específicos del cultivo que se desea sembrar. Cultivos con semillas pequeñas como las forrajeras y hortalizas que germinan mejor en suelos con tamaño pequeño de los agregados; otros de semillas grandes como la maravilla se desarrollan bien en suelos con gránulos más grandes.

Para realizar las labores de preparar cama de semilla hay disponibles una gran variedad de herramientas las que realizan diferentes acciones según sea su diseño. De la acción de éstas, resulta que los objetivos de la labranza secundaria son:

- Mejorar las condiciones del suelo para obtener una buena cama de semillas,
- conservar la humedad, evitando la evaporación,
- cortar residuos para facilitar su incorporación,
- romper terrones y afirmar la capa superior,
- destruir malezas,
- nivelar y compactar el suelo y,
- tapar siembras hechas al voleo.

Los objetivos planteados se obtienen con una gran variedad de herramientas las que efectúan acciones específicas en el perfil.

### **1.3 HERRAMIENTAS PARA LA LABRANZA SECUNDARIA ANTES DE LA SIEMBRA**

#### **a) Herramientas que roturan e invierten el perfil**

Rastras de discos.

#### **b) Herramientas que roturan el perfil sin inversión**

b.1) Cultivador de campo.

b.2) Rastras de dientes fijos y vibratorios.

#### **c) Herramientas accionadas que rompen y mezclan el perfil**

c.1) Azadones rotativos.

c.2) Rastras de púas verticales.

**d) Herramientas que compactan el perfil**

d.1) Rodillos lisos.

d.2) Rodillos corrugados.

d.3) Rodillos de barras.

**e) Combinaciones de herramientas**

e.1) Rastra combinada de discos y dientes.

e.2) Discos dientes y rodillos.

e.3) Dientes y rodillos.

**f) Herramientas para surcar o formar platabandas**

f.1) Surcadores de vertedera o discos para riego.

f.2) Conformadores de platabandas

## **1.4 SISTEMAS DE LABRANZA**

### **1.4.1 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.

La labranza mínima que consiste en un menor número de pasos de maquinaria, puede ser de conservación si contempla una cantidad suficiente de residuos.

Asimismo la Labranza Cero que no contempla más que la labor de siembra en forma manual o mecanizada podrá ser de conservación si cuenta también con el

suficiente mantillo en la superficie.

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.

#### **1.4.2 Ventajas de la labranza de conservación**

##### **a) 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 Tm 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.

## **b) Fertilidad y erosión**

**Daroch (1988)**, señala que la sola presencia de los residuos vegetales o rastrojos constituye un recurso natural de importancia por cuanto absorben la energía cinética del agua de lluvia bajando su poder erosivo; 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.

## **c) 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 (**Unger y Weise, 1979; Tanaka, 1985**).

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 Bellido, 1996**).

## **d) Actividad biológica en el suelo y liberación de CO<sub>2</sub>**

**García de Cortazar (2002)**, señala que 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 carbono del suelo de aproximadamente 2,000 kg /ha, equivalente a 8,000 kg de CO<sub>2</sub>/ha para el caso de rotura con arado de vertedera, 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 Tm/ha de trigo), 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 Tm/ha/año de CO<sub>2</sub>.

#### **e) Oportunidad de siembra**

**Acevedo (1998)**, manifiesta 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, por otra parte, en zonas de secano árido en que se debe esperar la primera lluvia para comenzar con las preparaciones de suelo, en cero labranza puede usarse esta lluvia para realizar la siembra, logrando utilizar todo el período de lluvias de la zona para el crecimiento del cultivo.

#### **f) 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.

#### **g) 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 cero labranza requiere solo un 24,7% de las necesidades del sistema convencional. En cuanto a los costos de operación, estos son un 57% menores en cero labranza **(Velasco, 1991)**.

### **1.5 LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL CULTIVO DE TRIGO**

**Camarillo Pulido (2003)**, manifiesta que en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Río Colorado que comprende los Valles de Mexicali, Baja California y San Luis Río 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, para 2001/02 la superficie fue de 9,190 hectáreas.

La tecnología de producción tradicional para cultivar trigo requiere del manejo de varios factores, uno de ellos es la preparación del terreno que en la forma convencional realizan un rastreo pre barbecho, un barbecho, de 2 a 3 rastreos pos barbecho, de 1 a 2 floteos y es común un subsuelo cada 2 o 3 años, particularmente en suelo arcilloso; así, en el renglón de preparación del terreno se realizan hasta 8 pasos de maquinaria y equipo agrícola: esta intensidad de laboreo encarece los costos de cultivo de tal forma que este factor representa en muchos casos hasta el 25%; además de los costos en tiempo e impacto en los intereses del recurso económico, ante esta situación el Campo Experimental Valle de Mexicali ha realizado trabajos de investigación con trigo en el área de preparación del terreno y ha encontrado que es posible reducir la intensidad convencional de laboreo del suelo desde 50% hasta 100%, dependiendo de las condiciones específicas del tipo de suelo y del equipo disponible.

Esta forma de producir requiere de terrenos nivelados, no compactados y sin problema de maleza, particularmente la de tipo perenne.

## **1.6 PREPARACIÓN DEL TERRENO**

A nivel regional se encuentran tres tipos de suelo bien diferenciados: pesado o

arcilloso, medio o franco y ligero o arenoso; usualmente el primero es el que ocupa mayor cantidad y cuidado en las labores; los dos restantes son más fáciles de trabajar con equipo mecánico; las acciones específicas de laboreo del suelo dependerá de maquinaria disponible, tipo de maleza, manejo de paja del cultivo anterior y del tipo de suelo.

### **1.6.1 Subsoleo**

Esta labor permite romper el piso de arado y deberá realizarse a una profundidad de 50 a 60 cm sólo cuando el suelo este compactado ya que requiere de maquinaria potente y de equipo pesado (preferentemente tractor de oruga o bien, tractor convencional con doble rodado trasero); es una labor lenta y costosa en la preparación del terreno.

Valores mayores a los siguientes por tipo de suelo pueden indicar problemas de compactación: arenas de 1.6 a 1.7 gr/cm<sup>3</sup>, francos de 1.3 a 1.4 gr/cm<sup>3</sup> y arcillas de 1.0 a 1.2 gr/cm<sup>3</sup>.

### **1.6.2 Rastreo**

Se realiza para reducir el tamaño de los terrones si es después del paso de subsolador y para roturar y mullir el suelo con el propósito de reducir maleza, incorporar fertilizante y facilitar la siembra.

### **1.6.3 Bordeo**

Se sugiere “borrar” antes y rehacer los bordos después de la siembra, independientemente del nivel de labranza, los bordos facilitan el manejo del agua de riego, por lo tanto la distancia entre bordos dependerá del tipo de suelo, su nivelación y longitud de las “melgas”.

## **1.7 SIEMBRA CON MÍNIMA LABRANZA**

En este caso las labores primarias de preparación de suelo con maquinaria y equipo agrícola serán: 1 subsolador y 2 rastreos; si el suelo no está compactado, se sugiere evitar esta acción y sólo realizar los 2 rastreos con rastra de discos; con esta metodología se puede utilizar cualquier tipo de sembradora; la ausencia de paja del cultivo anterior facilita el laboreo del suelo, la fertilización y la siembra del trigo. Esta metodología permite siembras en seco o en húmedo. Deberá cuidarse la nivelación del suelo, ya que el uso de la rastra de discos a través del tiempo pudiera influir negativamente; verificar la nivelación después de 2 o 3 años, es posible requiera de rectificación.

## **1.8 SIEMBRA CON LABRANZA CERO**

Para sembrar el trigo con esta metodología se requiere de una sembradora especializada para depositar la semilla y el fertilizante al mismo tiempo en suelo no arado; el suelo sobre el cual se siembre podrá o no tener paja del cultivo anterior.

## **1.9 SIEMBRA CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN**

La siembra de trigo con esta tecnología requiere de que sobre el suelo este la paja del cultivo anterior en al menos un 30 %, el cual en esta región es comúnmente trigo ó sorgo de grano; deberá utilizarse una máquina sembradora especializada para cortar la paja y depositar el fertilizante y semilla en el suelo al mismo tiempo. En este caso además del ahorro económico se agrega el beneficio

ambiental ya que entre otras ventajas no se quema la paja o “gavilla”, que en el caso del trigo supera las 6 toneladas de paja por hectárea en promedio. Esta metodología requiere de mayor cuidado por parte del técnico y el productor. Es conveniente que la paja del cultivo anterior este esparcida sobre el suelo uniformemente; de lo contrario dificultará la siembra. Esto se logra accionando el esparcidor de la trilladora al cosechar, si esto no fuera posible, entonces deberá de utilizarse una desvaradora, preferentemente de doble cuchilla, también puede utilizarse una desmenuzadora; otra acción puede ser empacar la paja.

## **1.10 FORMA DE SEMBRAR**

### **1.10.1 Labranza mínima**

**Gómez Macpherson (1998)**, indica que se puede definir como el menor número de pasadas en el suelo para que obtener una buena germinación y desarrollo de las semillas, y que resulte una buena población de plantas. La idea general se basa en trabajar en trenes de herramientas de manera que en una sola pasada, o máximo dos, se realice la preparación total del suelo y la siembra en conjunto.

### **1.10.2 Labranza cero**

**Valle (2004)**, da a conocer que la labranza cero o siembra directa es una técnica conservacionista de producción agrícola que ha surgido como respuesta a la degradación de los recursos, fundamentalmente del suelo y del ambiente, a causa de la aplicación muchas veces indiscriminada de las prácticas convencionales de laboreo, que utilizan arados, rastras y otras máquinas, como subsoladores y rotovadoras, y que terminan, con el tiempo, por deteriorar la capacidad productiva de los suelos, al erosionarlos, contaminarlos con agro defensivos, y al agotar

sobre todo, los niveles de materia orgánica, principal encargada de mantener las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los mismos.

### **1.10.3 Labranza de conservación**

**Navarro Bravo (1997)**, menciona que es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Con ésta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, se aumentan los rendimientos y se reducen los costos de producción. Este sistema mantiene un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos (rastrajo) después de la siembra.

## **1.11 EL CULTIVO DE TRIGO**

El trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), es un cereal del género *Triticum*, es la especie de trigo más extensamente cultivada en el mundo. Es una planta alohexaploide. La planta posee tres genomas idénticos, los cuales poseen información genética repetida, lo cual le confiere a la especie en sí gran adaptabilidad a los diferentes ambientes.

Esta especie es más cultivada en las latitudes altas de ambos hemisferios (por ejemplo en Argentina, Canadá, Francia, Ucrania). Es ampliamente empleada para obtener harina destinada a la elaboración de pan.

### **a) Origen y sistemática del cultivo de trigo**

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres

comprendidas en este área y están emparentadas con el trigo. Desde Oriente Medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones. Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicocccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), siendo las variedades más cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*. El trigo harinero hexaploide llamado *T. aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo, que presenta la siguiente ubicación taxonómica (**Parodi y Romero, 1991**):

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Pooideae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	Triticum
Especie	:	<i>T. aestivum</i>

#### **b) Morfología del trigo**

Sobre la raíz del trigo, **Parodi y Romero (1991)**, señala que suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. de suelo. El crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas. El desarrollo de las raíces se considera completo al final del “encañado”. En condiciones de secano la longitud de las raíces alcanza entre los

30 a 60 cm de profundidad, aunque en regadío el crecimiento de las raíces es mayor como corresponde a un mayor desarrollo de las plantas.

**Parodi y Romero (1991)**, menciona que el tallo del trigo es una caña hueca, con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encañado.

**Parsons (1989)**, afirma que las hojas del trigo son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta.

**Trillas (1994)**, señala que la inflorescencia del trigo es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores.

**Parodi y Romero (1991)**, señala que la flor del trigo consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

Así mismo, menciona que el fruto del trigo es una carióspside con el pericarpio soldado al tegumento seminal. El endospermo contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.

### **c) Importancia económica y distribución geográfica del trigo**

**Iriarte (2004)**, menciona que el trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado.

Es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial destinado para piensos. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de

cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre. El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte.

El trigo se cultiva actualmente en casi todos los climas, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud. El 97% de la superficie cultivada se encuentra ubicada en la sierra y el 3% en la costa. El 90% de área sembrada en el país se realiza al secano. Los departamentos de mayor área sembrada son: Ancash, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho y Junín.

Los rendimientos del cultivo de trigo en el Perú son de 1,000-1,200 kg/ha bajo régimen de lluvia. Los bajos rendimientos se deben a la baja fertilidad de los suelos, mala selección de semilla y labores culturales inoportunas e inadecuadas. En la actualidad, el Perú no alcanza a cubrir la demanda interna, por lo que importamos más de un millón de toneladas anuales.

#### **d) Necesidades edafoclimáticas para el cultivo de trigo**

##### **d.1) Temperatura**

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 24 °C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. La integral térmica del trigo es muy variable según la variedad de que se trate. Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1.850 °C y 2.375 °C.

La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera ni durante la maduración. Si la cantidad total de lluvia caída durante el

ciclo de cultivo ha sido escasa y es especialmente intensa en primavera, se puede producir el asurado.

#### **d.2) Humedad**

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.

#### **d.3) Suelo**

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje.

#### **d.4) Acidez de suelo**

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos.

#### **e) Ciclo vegetativo del trigo**

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

- ✓ Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- ✓ Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.
- ✓ Período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el

momento de la recolección.

- **Germinación**

El periodo de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor. La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto la capa superficial del terreno debe estar mullida; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

La facultad germinativa del trigo se mantiene de 4 -10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa.

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación.

- **Ahijamiento**

El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos. El alargamiento de los entrenudos ocurre en su parte baja, pero este crecimiento no se produce hasta más tarde, en la fase de encañado. Pero durante un largo periodo, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo

dando lugar a raíces adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios hacia arriba llamados “hijos”; se dice entonces que el trigo “ahija” o “amacolla”, denominándose “padre” a la planta principal que salió del grano, “hijos” a las secundarias y siguientes y “macolla” al conjunto de todas ellas. El segundo nudo del trigo siempre se encuentra a uno o dos centímetros bajo el suelo, independientemente de la profundidad de siembra, este nudo se denomina “nudo de ahijamiento”, pues en él es donde se forman los “hijos” anteriormente citados. No existe un límite de ahijamiento definido, ya que una sola planta puede tener incluso 400 hijos, pero normalmente las plantas bien ahijadas tendrán hasta 20 hijos.

En trigos de regadío, especialmente de primavera, se suelen emplear trigos que ahijen poco. El trigo ahija más si las siembras son espaciadas, tempranas y manteniendo una humedad adecuada. Es conveniente que las variedades de otoño amacollen, pues resistirán mejor las heladas de invierno y los “hijos” de otoño darán mejores espigas que los de primavera, ya que disponen de mayor tiempo para desarrollarse.

El aporcado de las plantas favorece el ahijamiento, pues al enterrar más nudos sirve para convertirlos en nudos de ahijamiento. Este es uno de los objetivos que se persiguen con las binas y los gradeos dados al sembrado.

El poder de ahijamiento es un carácter varietal sobretodo, pero además influye el abonado nitrogenado, de la fecha de siembra y de la temperatura, que condiciona la duración del periodo de ahijamiento. Las variedades de trigo que ahijan muy poco dan lugar a grandes producciones, y para compensar esa falta de ahijamiento, deben sembrarse con más cantidad de semilla.

- **El macollado**

Este proceso comienza cuando el trigo tiene tres o cuatro hojas, si ocurre en otoño el nacimiento de "hijos" y el crecimiento de las hojas se paraliza con las bajas temperaturas, pero como la tierra sigue caliente varios días, las raíces siguen creciendo y profundizando si el terreno es penetrable; durante el frío del invierno se paraliza toda la actividad vegetativa, después del frío sigue amacollando el trigo, hasta que alcanzadas mayores temperaturas comienza a encañar. En condiciones de secano conviene que las raíces estén bien desarrolladas y profundas, pues las capas superficiales se desecan con facilidad, para conseguirlo no consiste en sembrar profundo sino realizar labores y arados subsoladores.

- **Encañado**

Tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. La caña sigue alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas. La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente que las cañas gruesas se den en variedades de poco ahijamiento. Las variedades de caña gruesa no siempre son más resistentes al encamado.

Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no

finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo en nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser muy considerable.

Cuando la espiga empieza a apuntar entre las hojas comienza la fase de “espigado”. En este momento comienzan a ser peligrosas las heladas tardías de primavera. Los estambres se secan, se caen y el ovario fecundado va creciendo, convirtiéndose en un grano de trigo verde, hinchado y lleno de un líquido lechoso, a partir de este momento comienza la madurez del trigo.

- **Espigado**

El periodo de “espigado” es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando.

La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante.

- **Maduración**

El periodo de maduración comienza en la “madurez láctea” cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la “maduración pastosa”, en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo. A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su “madurez completa”. Por último se alcanza la

“madurez de muerte”, en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis.

La lentitud de “la muerte” del trigo es el principal factor para su buena granazón, por ello es imprescindible que las temperaturas sean suaves, pues si sobrevienen vientos secos o calor excesivo el grano de trigo se “asura”, es decir, madura precipitadamente y no se acumulan en la semilla las sustancias de reserva que se necesitan para un adecuado grosor del grano.

## **f) Manejo agronómico del cultivo de trigo**

### **f.1) Preparación del terreno**

El trigo requiere un terreno asentado, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización, varía con el cultivo que precedió al trigo, con la naturaleza del suelo y con el clima.

Si anteriormente la tierra no ha sido cultivada, será necesario roturarla mucho antes de la siembra del trigo y seguir con un barbecho labrado de, al menos, un año. Una vez roturada la tierra (en primavera), se deja sin labrar hasta las primeras lluvias de otoño. Durante el invierno hasta mayo, por estar en tempero se darán tres o cuatro labores. La primera será más profunda, para permitir la penetración del agua en las capas inferiores del suelo; las otras serán siempre cruzadas con la anterior, siendo más superficiales. Antes de sembrar se hará un gradeo para deshacer los terrones.

Si el trigo va después de una leguminosa, se realizará una labor profunda antes del verano, pues las leguminosas poseen las raíces gruesas, y éstas dejan huecos en el suelo que son muy perjudiciales para el trigo. Después bastará con

una labor superficial y un gradeo antes de la siembra.

Si al trigo le precede un barbecho, antes de sembrar se realizará una labor superficial si el terreno es suelto o profunda si es compacto, seguida de un gradeo.

De forma general, antes de la siembra, si el terreno es muy suelto conviene dar un pase de rodillo para comprimir el suelo y, después de la siembra, otro para que la tierra se adhiera bien a la semilla.

Para una buena preparación de terreno, debes hacer las siguientes labores:

- ✓ Un barbecho o arada
- ✓ Primera cruza
- ✓ Segunda cruza

Una buena preparación de terreno asegura un buen rendimiento del cultivo.

Si haces una buena preparación de terreno para sembrar tu trigo, tendrás las siguientes ventajas:

- ✓ Buena germinación y emergencia de las plantas
- ✓ Más plantas por metro cuadrado
- ✓ Mejor macollamiento
- ✓ Mayor número de espigas por planta
- ✓ Mayor cantidad de granos por espiga
- ✓ Buen crecimiento del cultivo
- ✓ Mayor control de plagas y enfermedades
- ✓ Mejor control de malezas
- ✓ Mayor retención de agua

- ✓ Mejor aireación del suelo
- ✓ Los abonos y fertilizantes son mejor aprovechados por la planta
- ✓ Tendrás mejor cosecha en cantidad y en calidad de grano

## **f.2) Siembra**

Época de siembra. Los trigos de invierno se siembran en otoño y exigen un periodo largo de bajas temperaturas (si se siembra en primavera no se desarrolla más que hasta el estado de ahijamiento) y se mantienen estéril. El trigo de verano se siembra en primavera o en otoño, sobre todo en zonas mediterráneas con inviernos suaves.

El trigo sembrado en otoño da rendimientos superiores debido al largo periodo vegetativo, los avances en mejora genética de los trigos de invierno están adquiriendo cada vez mayor importancia. En las zonas más frías se recomienda una fecha intermedia; ya que las muy tempranas exponen la cosecha a las heladas tardías, y las muy tardías, al peligro de las heladas de otoño, o invierno, y, más tarde, al asurado del grano por los vientos cálidos del verano.

## **f.3) Deshierbo**

El deshierbo manual se realiza aproximadamente entre los 30 y 40 días después de la siembra, es decir, durante el periodo de macollaje y encañado y cuando las malezas tienen el tamaño adecuado para poder extraerlas del suelo.

Si haces una buena preparación de terreno, habrá pocas malezas y utilizarás menos jornales para el deshierbo por hectárea.

El deshierbo debe hacerse cada vez que sea necesario para mantener el campo de cultivo limpio de malezas y evitar la competencia por luz, agua y nutrientes. En

algunos casos se realiza hasta dos deshierbes, dependiendo de las condiciones en que se encuentre el cultivo.

#### **f.4) Abonamiento**

El abonamiento debe realizarse cuando el suelo se encuentra húmedo. Si no tiene la humedad adecuada, es preferible no abonar. En trigo se recomienda realizar el abonamiento en tres momentos: emergencia macollado encañado y espigado. El abono orgánico y parte del fertilizante químico a la siembra. El fertilizante químico al macollado. El fertilizante químico al encañado.

El abonamiento para el cultivo de trigo se realiza teniendo en cuenta el tiempo de siembra.

En nuestro caso, en la sierra del Perú está generalizado abonar al voleo, distribuyendo uniformemente para evitar quemaduras de las plantas.

Las cantidades de abono necesarias están relacionadas con los siguientes factores:

- Fertilidad natural de los suelos
- Pendiente del terreno
- Grado de erosión
- Clima
- Estado vegetativo de los cultivos
- Tipo de abono y cantidad disponible

Para saber la cantidad exacta de abono a utilizar es importante realizar un análisis de suelo. Esto nos permitirá utilizar el abono disponible en forma adecuada.

Dosis: 87-55-32 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) por hectárea

respectivamente. Para la conservación de la fertilidad del suelo se recomienda realizar un abonamiento mixto (orgánico y químico).

**A la siembra:**

50 kg de fosfato di amónico

20 sacos de gallinaza

5 sacos de guano de corral del ganado

**Al macollaje:**

50 kg de úrea

Antes del encañado:

50 kg de úrea

• **Macronutrientes**

**El nitrógeno** es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento de los cereales. La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de una nutrición potásica suficiente hace a los cereales sensibles a las enfermedades y accidentes, en especial al encamado, y limita los rendimientos, disminuyendo la calidad y el peso específico. Las deficiencias de N inicialmente se observan como amarillamiento y clorosis en las hojas inferiores. El crecimiento, la elongación celular y la síntesis de proteína se ven fuertemente disminuidas. En situaciones más agudas aparece manchoneo y marchitamiento en toda la planta.

**El fósforo** mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radicular, teniendo un papel esencial en la formación de la espiga y del grano. El trigo

deficiente en fósforo es más sensible al estrés y a las enfermedades. Las plantas deficientes tienden a mostrar un verde más oscuro. El macollaje se reduce, el crecimiento y la maduración del cultivo se demora. Cuando la deficiencia es severa se puede observar marchitamiento en las puntas de las hojas.

**El potasio** tiene especial importancia en las funciones que aseguran el crecimiento de la planta. Se afirma que el valor panadero del trigo mejora con el potasio. La deficiencia de potasio es más común observarla en suelos arenosos y muy cultivados.

Los síntomas específicos de la carencia de potasio siempre aparecen en las hojas más viejas del trigo. Cuando la carencia de potasio es grave, la necrosis en las hojas más viejas comienza como motitas necróticas a lo largo de la hoja, que se extienden rápidamente hacia el ápice y los bordes. Como resultado de esta propagación de la necrosis, puede quedar una zona de tejido verde en forma de flecha que sube desde la base hacia el centro (**Snowball y Robson 1991**)

Además de nitrógeno, fósforo y potasio, el trigo absorbe también cantidades importantes de calcio y magnesio, y sobre todo de azufre, aunque nunca a niveles tan elevados como los tres elementos principales. Las mayores necesidades de magnesio del trigo, se presentan en los suelos lixiviados, arenosos y calizos. Un contenido de magnesio en hojas y tallos inferior a 0,14%, en la fase de zurrón, indica una deficiencia. Los síntomas por carencia de magnesio se observan por presencia de manchas cloróticas internervales en las hojas más jóvenes. Aunque el trigo no tiene altas necesidades de azufre, cada vez manifiesta con más frecuencia síntomas de deficiencia en este nutriente, desde el ahijado hasta el comienzo del encañado, por el descenso del contenido en este elemento en los

suelos cultivados. En primer término, los síntomas de deficiencia de azufre se observan en las hojas jóvenes que en casos de deficiencia severa se observarán en toda la planta. La forma en la que se manifiesta la carencia es con unos síntomas parecidos a la carencia del nitrógeno, como es una amarillamiento de la planta y en muchas ocasiones se confunden las dos carencias. Suele darse en mayor medida en años lluviosos.

- **Micronutrientes**

Sensibilidades relativas del trigo a deficiencias de micronutrientes (**Pais and Jones, 1997**).

<b>Cultivo</b>	<b>Boro</b>	<b>Cobre</b>	<b>Hierro</b>	<b>Manganeso</b>	<b>Zinc</b>
Trigo	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja

Sobre cultivos de trigo deficientes en cobre, se observan puntas de hojas nuevas amarillentas o secas, así como espigas deformadas por falta de espiguillas y/o granos. Los síntomas de deficiencia de manganeso se manifiestan primero en las hojas nuevas, que se vuelven pálidas y laxas en contraste con las hojas viejas. Aparecen pecas y estrías de color gris claro en la base de la hoja totalmente abierta más joven. Cuando la carencia es grave, las hojas nuevas emergen con estas pecas y estrías en toda su extensión. Las deficiencias de zinc provocan coloración de verde claro a blanco clorótico y vetas necróticas en hojas jóvenes del trigo.

**García, A. y Salas, M. Isabel (2008)**, menciona que provoca clorosis internerval en las hojas. Los deficientes en cloro muestran amarillamiento en las hojas superiores, vuelco y mayor incidencia de enfermedades.

**Snowball y Robson (1991)**, señala que un síntoma característico de la carencia de molibdeno son las estrías amarillas longitudinales, principalmente en las hojas intermedias. Las plantas son de color verde muy pálido y laxo en comparación con las que tienen una provisión adecuada de materia orgánica.

Las hojas viejas permanecen más verdes que el resto de la planta, pero, con el tiempo, en algunas plantas se produce la necrosis de los ápices y los bordes de las hojas viejas y de mediana edad. Las partes nuevas permanecen normales, pero, cuando la carencia es muy grave, se retrasa la madurez y las plantas pueden producir espigas vacías.

- **Extracciones medias de nutrientes**

Extracciones medidas de nutrientes del cultivo del Trigo (para 1000 kg grano producido).

<b>Cereal</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>S</b>
Trigo	28-40	9-15	20-35	5-7	3.5-5	5.2

Fuente: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España.

### **f.5) Plagas y enfermedades**

El trigo no tiene plagas de importancia económica. Algunas veces se presenta el ataque de aphidos o pulgones, los mismos que se combaten generalmente con la presencia de las lluvias. La enfermedad que mayor daño causa al cultivo de trigo es la roya. Existen tres tipos de roya que atacan al cultivo de trigo:

- ✓ **Roya morena de hoja:** aparece en los primeros estadios de la planta en las hojas basales (base). Es de color marrón oscuro.
- ✓ **Roya negra del tallo:** aparece generalmente entre la espigazón y maduración atacando al tallo y las hojas. Es de color negro amarillento.

- ✓ **Roya amarilla o de las glumas:** ataca a tallo y hoja pero con mayor predominancia a las glumas y los granos. Es de color amarillo naranja y su aparición es antes de la espigazón y maduración, dando como consecuencia granos chupados.

#### **f.6) Cosecha**

La cosecha se hace cuando el grano ha completado su madurez comercial y está listo para la trilla. Esto se determina cuando las plantas están amarillas, el grano se parte con la presión de los dientes o cuando al aplastar con la uña queda marcado el grano. Para la cosecha debes realizar las siguientes labores: siega, secado de la gavilla, carguío, trilla, venteo y ensacado. Para selección de semilla es importante realizar un zarandeo, para eliminar semillas de mala calidad.

### **1.12 EFECTO DE LA LABRANZA EN LOS CULTIVOS**

**Villalobos (2009)**, señala que de todos los tratamientos que se usaron tanto en la finca de Llano Grande como en la de Guarumos de Alvarado, cuando se llevaron a cabo las pruebas de infiltración, se obtuvieron velocidades mayores cuando se preparó con "palín". Además, siempre se obtuvieron también mayores producciones con este implemento de labranza. Lo anterior reafirma las ventajas de preparar con el "palín", ya que se rompe el piso de arado que se forma comúnmente cuando se prepara a una misma profundidad y con implementos tradicionales, como arado de disco y rastra.

El aumento de las velocidades de infiltración tiene la ventaja de que hay un menor tiempo para que el agua se concentre en la superficie del suelo y empiece a escurrir, evitando, de esta forma, que se de arrastre de la capa arable.

Por otro lado, al aumentar la infiltración se está aprovechando que se tenga una mejor humedad en el subsuelo, lo cual complementado con una mejor preparación en las capas inferiores, da una mejor aireación y condiciones apropiadas para el desarrollo radicular y por consiguiente aprovechamiento de los nutrimentos.

**Navarro Bravo (2005)**, indica que en su trabajo cuyo propósito principal se evaluó cinco tratamientos de labranza, con dos cultivos, en dos tipos de suelo (un migajón arenoso y un arcilloso) con el objetivo fundamental de medir hasta qué grado es necesario remover el suelo para obtener un alto porcentaje de emergencia y desarrollo inicial de maíz y frijol. Se cuantificaron algunas propiedades físicas como textura, densidad real, densidad aparente, resistencia mecánica, distribución y estabilidad de agregados, porosidad total, composición de macro agregados, coeficiente de estructuración y estado estructural del suelo, entre otras. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que no se requiere demasiado movimiento del suelo (labranza tradicional) para lograr una buena emergencia del cultivo. En los suelos de textura gruesa, se tienen pocos problemas con el manejo, y aun con intenso laboreo no se puede cambiar su arreglo estructural inicial, por lo cual es recomendable la siembra directa para ahorrar energía y dinero.

**López et al (2010)**, afirma que se estima que el 15% de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Las causas más frecuentes de degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas. En México se ha dado muy poca importancia a la conservación del suelo como recurso no renovable. Éste se ha visto afectado

entre otras causas por el uso excesivo de maquinaria agrícola; aproximadamente el 64% del territorio nacional sufre algún grado de deterioro.

Señala también que en la comarca Lagunera localizada en los estados de Durango y Coahuila, México, es la principal cuenca lechera del país, donde se producen anualmente 900.000 toneladas de estiércol bovino. Esto permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, lo cual permitiría reducir costos de producción y niveles de contaminación. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar (1) el efecto de la labranza de conservación, y (2) el uso de estiércol bovino sobre (a) las propiedades físicas del suelo, y (b) el rendimiento de maíz forrajero. En el ciclo primavera-verano 2007 fueron evaluados dos niveles de labranza: labranza tradicional y labranza de conservación, y cuatro niveles de fertilización. Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron diferencias en la temperatura, humedad y resistencia al corte asociadas al tipo de fertilización. No se encontraron diferencias en el rendimiento asociadas al tipo de fertilización. Sin embargo, el rendimiento varió con el tipo de labranza utilizado. Los tratamientos con labranza tradicional fueron superiores en un 16% a los de labranza de conservación con valores de 90,5 y 77,6 t/ha de forraje verde, respectivamente, y 17,65 y 15,5 t/ha de forraje seco, respectivamente.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El presente trabajo experimental se condujo 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**

Antes de la instalación del presente trabajo de investigación, el terreno experimental estuvo en descanso. El terreno utilizado y sus alrededores se ocupan con cultivos que se siembran sólo en época de lluvias (noviembre a mayo), quedando libre los otros meses del año.

#### **2.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO**

El muestreo del suelo se realizó de acuerdo al método convencional recogiendo

una muestra de suelo de 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 de Pampa del Arco  
– UNSCH, 2750 msnm.

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Método</b>	<b>calificación Según Ibáñez y Aguirre</b>
<b>pH</b>		7.42	Potenciometria	Básico
<b>M.O</b>	<b>(%)</b>	0.83	Walkley Black	Bajo
<b>N-Total</b>	<b>(%)</b>	0.04	Kjeldahl	Bajo
<b>P-Disp</b>	<b>(ppm)</b>	17.25	Bray-kurtz	Medio
<b>K-Disp</b>	<b>(ppm)</b>	164.4	Turbidimetria	Alto
<b>Arena</b>	<b>(%)</b>	43.6	Hidrómetro	
<b>Limo</b>	<b>(%)</b>	20.9		
<b>Arcilla</b>	<b>(%)</b>	35.5		
<b>Clase Textual</b>		Franco – Arcilloso		

Según los resultados del análisis de suelo y su respectiva interpretación, el suelo presenta una reacción de acidez básica, tiene un pH de 7.42, contenido de materia orgánica catalogado como bajo o pobre; nitrógeno total, pobre; fósforo disponible, medio y potasio es alto. De igual manera la textura del suelo corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso.

Estos parámetros de análisis de suelos se encuentran en el rango óptimo para el

cultivo de trigo. Según el INIA y el Proyecto TTA (1992) mencionan que 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).

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

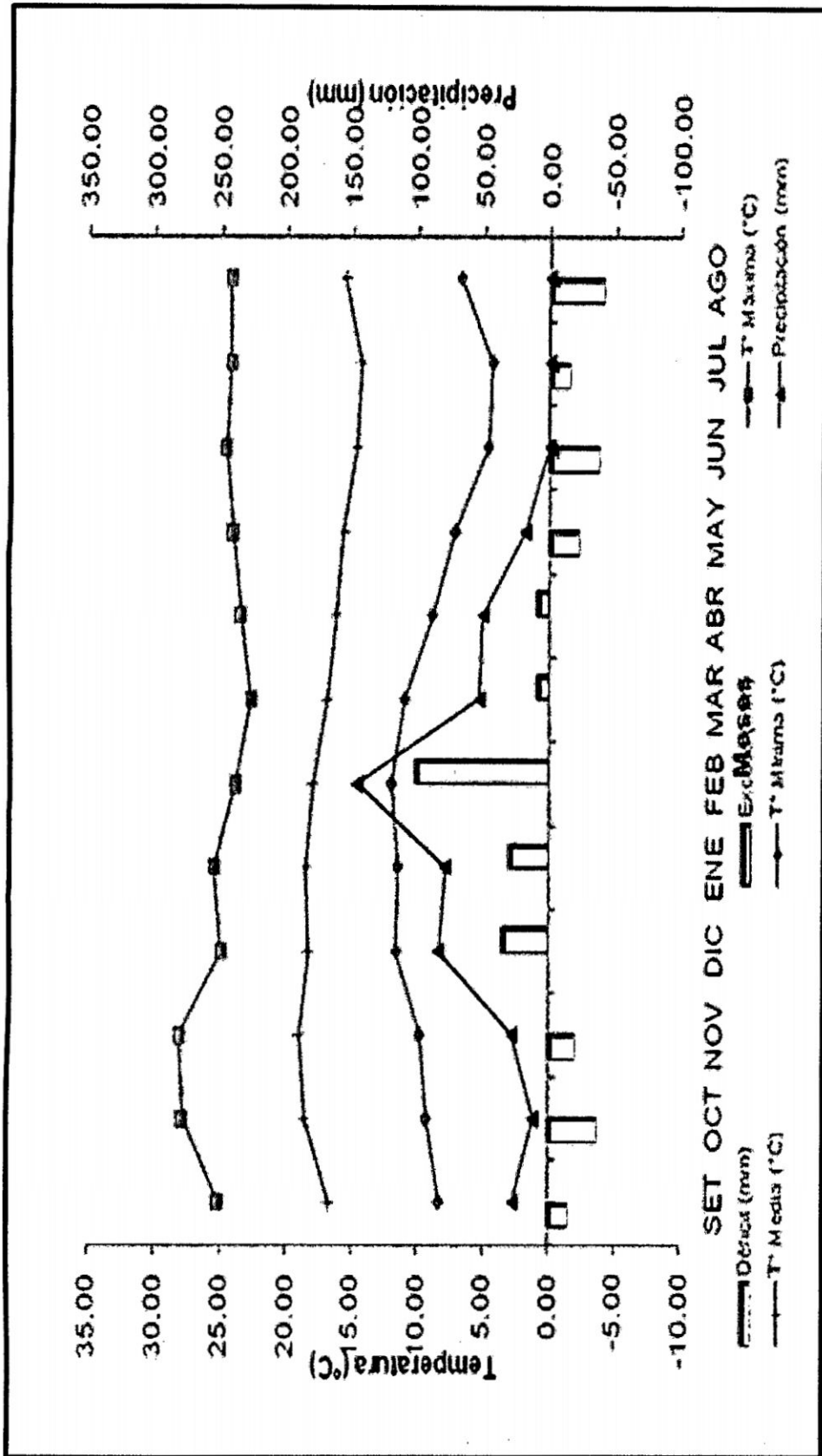
Los datos fueron tomados del registro de datos meteorológicos de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; mediante una tabulación de los datos de temperatura y precipitación se obtuvo la evapotranspiración potencial utilizando la fórmula propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). De la evapotranspiración potencial ajustada o real (ETPR) se restó la precipitación, obteniéndose la deficiencia o exceso de agua en el suelo.

En el Cuadro 2.2, donde las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales fueron de 24.92, 8.79 y 16.85 °C respectivamente, la precipitación promedio total anual fue de 496.70 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, cuyo rango osciló entre 17.35 y 18.70 °C de temperatura media, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se tuvo exceso de agua en los meses de Diciembre del 2008 a abril del 2009 y los demás meses un déficit.

**CUADRO 2.2** Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2010, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco- Ayacucho.

DATOS CLIMÁTICOS	AÑO 2010			AÑO 2011								TOTAL	PROM
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		
T° Máxima (°C)	25.10	27.80	28.10	25.00	25.50	23.90	22.70	23.50	24.08	24.70	24.30	24.30	24.92
T° Mínima (°C)	8.30	9.30	9.80	11.60	11.50	12.00	11.00	8.90	7.20	4.70	4.40	6.80	8.79
T° Media (°C)	16.70	18.55	18.95	18.30	18.50	17.95	16.85	16.20	15.64	14.70	14.35	15.55	16.85
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	1.96	4.96	
ETP(mm)	80.16	92.01	90.96	90.77	91.76	83.29	83.58	77.76	77.57	70.56	28.13	77.13	943.67
Precipitación (mm)	27.20	11.60	28.00	83.80	78.60	145.80	53.20	50.39	18.17	0.00	0.00	0.00	496.76
ETP Ajust. (mm)	42.20	48.43	47.88	47.78	48.30	43.84	44.00	40.93	40.84	37.14	14.81	40.60	
H del suelo (mm)	-15.00	-36.83	-19.88	36.02	30.30	101.96	9.20	9.46	-22.67	-37.14	-14.81	-40.60	
Déficit (mm)	15.00	36.83	19.88						22.67	37.14	14.81	40.60	
Exceso (mm)				36.02	30.30	101.96	9.20	9.46					



**GRAFICO 2.2** Temperaturas Ombrotermicas y Balance Hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2010 - 2011. Estación Meteorológica de Pampa del Arco - Ayacucho.

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por ONERN, relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), quienes a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todo este conjunto de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona semiárida de pampa del arco. Es de gran importancia saber que en esta zona es almacenar el agua de lluvia.

## **2.5 MATERIALES REQUERIDOS**

Para la instalación y conducción del experimento se utilizó los siguientes materiales: Wincha, cordel, estacas, herramientas (zapapicos y azadones), balanza de precisión y plataforma, libreta de campo, cámara fotográfica, costales, tractor agrícola con sus aperos, polirrastra, y arado, etc.

Se utilizó semilla garantizada de trigo de la variedad El Nazareno que es la variedad más adaptada a la zona.

## **2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El experimento se condujo en el Diseño de Parcelas Divididas con tres Bloques. Dentro de parcelas están los tipos de labranza y en sub parcelas se encuentran los niveles de fertilización NPK. 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 hizo uso del Software SAS y de la hoja

de cálculo Excel.

**Modelo Aditivo Lineal es el siguiente:**

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

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Observación cualquiera en la unidad experimental.  
 $\mu$  = Media general de la observación.  
 $\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque o repetición.  
 $\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tipo de labranza.  
 $\delta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de fertilización.  
 $\alpha\delta_{(ij)}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo tipo de labranza con el j-ésimo nivel de fertilización.  
 $\epsilon_{ijk}$  = Error experimental en la observación  $Y_{ijk}$ .

**Alcance de los subíndices:**

- $i$  = 1, 2, 3 (Niveles del factor tipos de labranza)  
 $j$  = 1, 2, 3, (Niveles del factor de fertilización)  
 $k$  = 1, 2, 3, (Número de bloques)

## 2.7 FACTORES EN ESTUDIO

**a) Tipos de labranza (L):**

- $l_1$ : Siembra – polirrastra  
 $l_2$ : Polirrastra - siembra – polirrastra

$l_3$ : Arado - siembra – polirrastra

#### b. Niveles de fertilización NPK

$f_1$ : Nivel Bajo : 60-30-20 de NPK

$f_2$ : Nivel Medio : 120-60-40 de NPK

$f_3$ : Nivel Alto : 180-90-60 de NPK

## 2.8 TRATAMIENTOS

Los tratamientos del trabajo de investigación resultaron de la combinación de los factores en estudio, siendo estos:

**CUADRO 2.1** Tipos de labranza y Nivel de fertilización en el cultivo de trigo.  
Pampa del Arco, 2760 msnm. Ayacucho.

Tratamiento	Combinación	Tipo de labranza	Nivel de fertilización NPK
T <sub>1</sub>	$l_1f_1$	Siembra+Polirrastra	60-30-20 (Bajo)
T <sub>2</sub>	$l_1f_2$	Siembra+Polirrastra	120-60-40 (Medio)
T <sub>3</sub>	$l_1f_3$	Siembra+Polirrastra	180-90-60 (Alto)
T <sub>4</sub>	$l_2f_1$	Polirrastra+siembra+polirrastra	60-30-20 (Bajo)
T <sub>5</sub>	$l_2f_2$	Polirrastra+siembra+polirrastra	120-60-40 (Medio)
T <sub>6</sub>	$l_2f_3$	Polirrastra+siembra+polirrastra	180-90-60 (Alto)
T <sub>7</sub>	$l_3f_1$	Arado+Siembra+Polirrastra	60-30-20 (Bajo)
T <sub>8</sub>	$l_3f_2$	Arado+Siembra+Polirrastra	120-60-40 (Medio)
T <sub>9</sub>	$l_3f_3$	Arado+Siembra+Polirrastra	180-90-60 (Alto)

## 2.9 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental presentó las siguientes dimensiones:

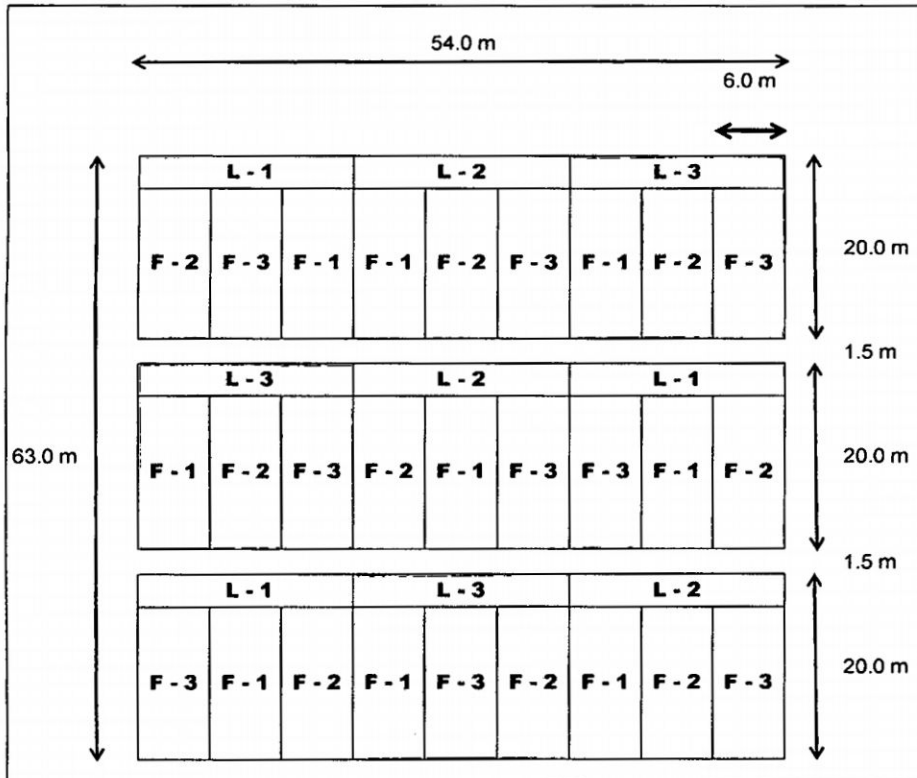
### De los bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 18.0 m
- Largo de bloques : 60.0 m
- Área total del bloque : 1080 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques : 3240 m<sup>2</sup>
- Área total del experimento : 3,402 m<sup>2</sup>

### De las parcelas

- Número de parcelas por bloque : 9
- Longitud de las parcelas : 20.0 m
- Ancho de las parcelas : 6.0 m
- Área de las parcelas : 120 m<sup>2</sup>

### 2.10 CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



## **2.11 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **a) Preparación del terreno**

Se realizó el día a 10 de enero del 2011 según el tipo de labranza (Tratamientos). Consistió en realizar la remoción del suelo utilizando el arado y polirrastra, según los tratamientos planteados.

### **b) Demarcación del terreno**

La demarcación de las parcelas y bloques en el terreno se realizó 11 de enero del 2011 utilizando yeso, estacas, cordel y una wincha para tomar la longitud entre los puntos en un área de 3,402 m<sup>2</sup>.

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

Se realizó el 12 de enero del 2011, el sistema de siembra fue al voleo, distribuyendo uniformemente las semillas en la parcela. La cantidad de semilla a utilizar fue de 120 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo esta de calidad certificada de la variedad Nazareno INIA. Las semillas fueron enterradas con la polirrastra.

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

Simultáneamente al momento de la siembra, se hizo la fertilización del cultivo de trigo aplicando la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y el potasio. La otra mitad del nitrógeno se aplicó al momento del macollamiento el 18 de febrero del 2011 (35 dds). La forma de aplicación de los fertilizantes fue al voleo. La mezcla de fertilizantes se aplicó en forma uniforme en toda la superficie de la parcela, empleando la urea (46% N), fosfato di amónico (18% de N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y el cloruro de potasio (60% K<sub>2</sub>O).

#### **e) Deshierbos**

Los deshierbos se hicieron en dos momentos; el primer deshierbo se hizo al momento del macollaje (34 dds) mientras que el segundo deshierbo se hizo en inicio de espigamiento (60 dds) donde las malezas se presentaron en forma abundante. Esta operación se hizo en forma manual con el uso de azadones y arrancando las malezas de hojas anchas y angostos en forma manual.

#### **f) 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), esta labor se realizó el 31 de mayo de 2011, a los 137 dds.

### **2.12 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS**

#### **a) Factores 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 macollamiento**

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 (semilla) al ser presionados con las uñas presentaban resistencia a la penetración, se evaluó en 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 las plantas presentaban características típicas para el corte y trillado respectivo, las cuales se evaluó en cada parcela experimental.

**b) Factores de Productividad****b.1) Altura de la planta**

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

**b.2) Peso hectolítrico**

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

**b.3) Número de espigas por metro cuadrado**

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

#### **b.4) Rendimiento de trigo**

El rendimiento se determinó cosechando toda la parcela experimental, durante la madurez de cosecha, luego se realizó la trilla y el venteado, identificado cada tratamiento dentro de un costal, los granos se pesaron y cuyos resultados sirvieron para estimar el rendimiento en kg/ha.

#### **b.5) 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  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 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 (%) se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{B A}{C P} \times 100$$

Donde:

$\% R$  = Porcentaje de rentabilidad

$B A$  = Beneficio actual

$C P$  = Costo de Producción

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD**

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 (dds). La medición corresponde a un valor dentro de un rango, esto debido a que un evento fenológico no ocurre en una fecha determinada

En las variables de precocidad se han evaluado algunos estados fonológicos 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 se complementa con 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 abonado 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**).

En el experimento no se observó la influencia del abonamiento y la labranza en la fenología del cultivo de trigo.

**CUADRO 3.1** Precocidad en número de días después de siembra (dds) en cultivo de trigo, variedad "El Nazareno". Pampa del Arco 2750 msnm

<b>Variedad</b>	<b>Emergencia</b>	<b>Pleno Macollaje</b>	<b>Elongación de tallos</b>	<b>Madurez fisiológica</b>	<b>Madurez de cosecha</b>
Nazareno	8 -10	28 - 35	53 - 58	101 - 115	137

En lo referente al número de días a la madurez fisiológica esta ocurre entre los 101 a 115 días después de la siembra. En lo que respecta al número de días a la madurez de cosecha que es el patrón absoluto de precocidad nos muestra que

esta se ha realizado en un mismo día a los 137 dds, pero este tiempo se ha podido reducir a 120 dds, debido a que para la cosecha se ha tenido que esperar la contrata de una cosechadora estacionaria. Este resultado muestra que la variedad Nazareno es precoz.

En el trabajo experimental se ha observado que las plantas más desarrolladas y con buen vigor ha sido el tratamiento con preparación de terreno donde se realizó previamente la preparación del terreno utilizando el arado y polirrastra.

### 3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

#### a) Altura de planta

**CUADRO 3.2** Análisis de variancia de la altura de planta de trigo por el efecto de tipos de labranza y la fertilización. Pampa del Arco 2760 msnm

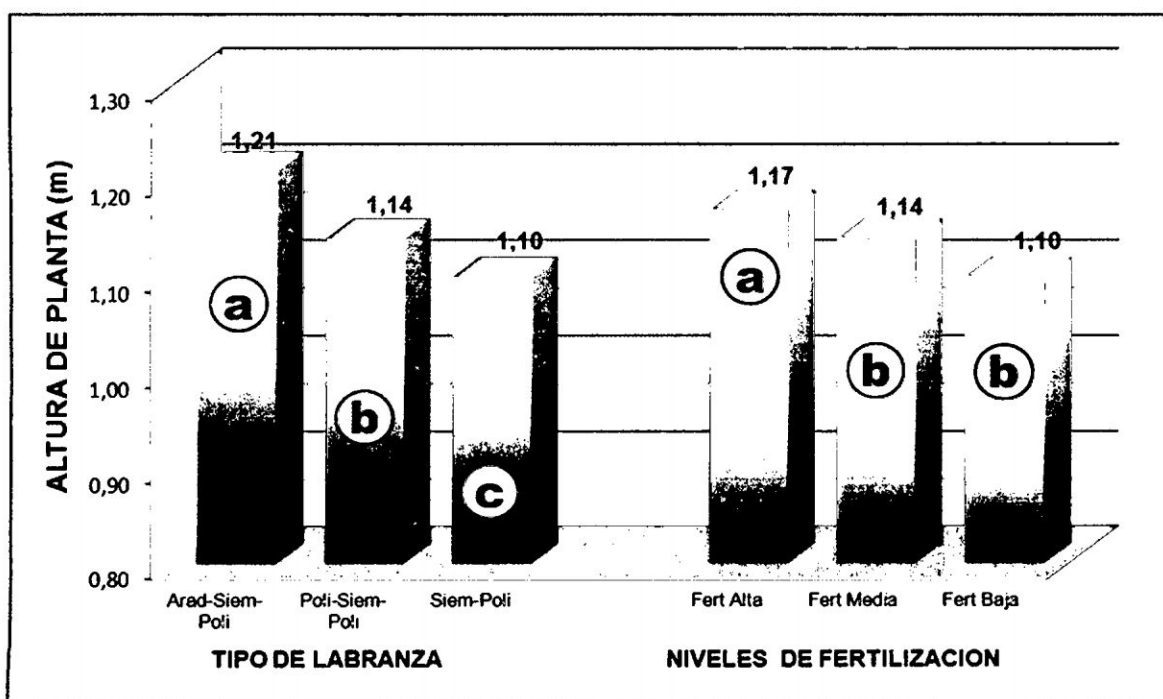
Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.00035	0.0017	0.10	0.9020 ns
Tipo de labranza (L)	2	0.1016	0.0508	29.90	<.0001 **
Error (a)	4	0.0031	0.0007	0.46	
Fertilización (F)	2	0.0236	0.0118	6.95	<.0099 **
Inter (L x F)	4	0.0032	0.0008	0.48	0.7520 ns
Error (b)	12	0.0204	0.0017		
Total	26	0.1520			

**C. V = 0.86 %**

El Cuadro 3.2 muestra en el análisis de variancia para la altura de planta, una alta

significación estadística para los efectos principales de tipos de labranza y la fertilización. El coeficiente de variación muestra alta precisión del experimento el que nos otorga buena confianza de los resultados obtenidos.

La altura de planta nos indica tratándose de una misma variedad, la respuesta en la formación de mayor biomasa que en forma directa correlacionará con un mayor rendimiento de trigo. El Grafico 3.2 muestra que un buen tipo de labranza en zona semiárida ofrece una buena respuesta en la altura de planta, siempre y cuando se proporcione una buena fertilización.



**GRAFICO 3.1** Altura de planta en los diferentes tipos de labranza y niveles de fertilización. Pampa del Arco 2760 msnm.

INIA (2007), manifiesta que la variedad de trigo Nazareno es de porte medio mide entre 1.20 a 1.30 cm de altura de planta, 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.

**b) Número de espigas por m<sup>2</sup> de cultivo**

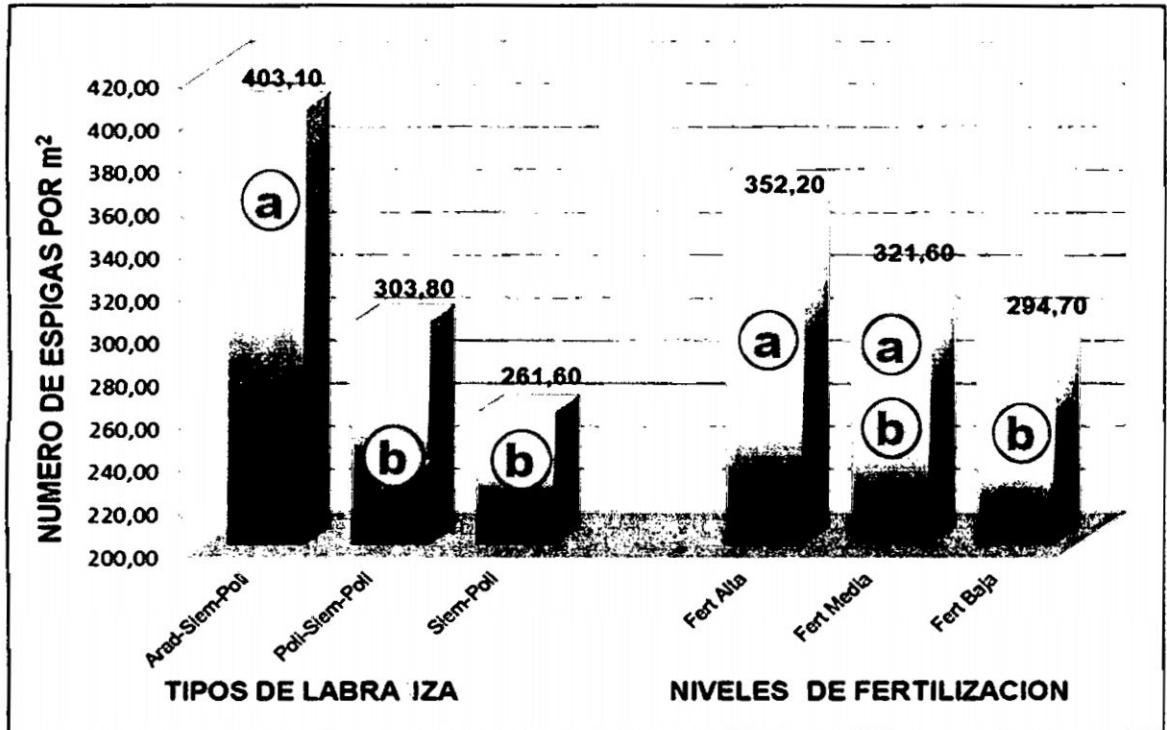
**CUADRO 3.3** Análisis de variancia del número de espigas por m<sup>2</sup> de cultivo de trigo por el efecto de tipos de labranza y niveles de fertilización. Pampa del Arco 2760 msnm.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F
Bloque	2	401.555	200.777	0.18	0.841 ns
Tipos de labranza (L)	2	94902.888	47451.444	42.63	0.002 **
Error (a)	4	4452.888	1113.222	4.85	
Fertilización (F)	2	14869.555	7434.777	32.42	<.001 **
Inter (L x F)	4	2691.555	672.888	2.93	0.066 ns
Error (b)	12	2752.222	229.351		
Total	26	120070.660			

**C. V = 4.69 %**

El análisis de variancia del Número de espigas por m<sup>2</sup> de cultivo de trigo es la variable de mayor importancia que se encuentra correlacionado con el rendimiento de grano en el trigo. En el Cuadro 3.3 observamos que existe alta significación estadística para los efectos principales tipos de labranza y niveles de

fertilización, esto nos permite determinar que tratamiento es el mejor. El coeficiente de variación muestra una alta precisión que nos proporciona buena confianza en los resultados.



**GRAFICO 3.2** Prueba de Tukey del número de espigas por m<sup>2</sup> de cultivo de trigo en los distintos tipos de labranza y niveles de fertilización en el cultivo de trigo, Pampa del Arco 2760 msnm.

El Grafico 3.2 muestra que el tratamiento arado + siembra + polirrastra es la que tiene una mejor respuesta en el número de espigas /m<sup>2</sup>, esta variable es muy relacionada rendimiento de grano de trigo. En la región semiárida de Pampa del Arco la buena preparación del suelo permite una mejor acumulación del agua de la lluvia contrarrestando de este modo la alta evapotranspiración del suelo –

planta. Además una alta fertilización tiene una mayor respuesta, debido a que la variedad Nazareno es un genotipo seleccionado para esta característica.

**Rodríguez y Di Ciocco (1996)**, señala que con variedades locales comparado con abonamiento químico y abonamiento biológico (*Azospirillum*) en las pampas argentinas, obtiene respuesta significativa al abonamiento nitrogenado obteniendo un promedio 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.

**Pérez (1981)**, manifiesta que las condiciones permiten una respuesta a la fertilización nitrogenada, 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 directamente proporciona buen vigor a los tallos con espiga.

### **c) Rendimiento de grano de trigo**

El Cuadro 3.4 muestra la diferencia estadística entre los diferentes tipos de preparación del suelo en el Centro Experimental de Pampa del Arco. Así mismo existe diferencia estadística en las fórmulas de fertilización en el rendimiento de grano, esto nos indica una respuesta independiente para cada factor en estudio. Este resultado también nos indica que a mayor preparación del suelo con el

mayor nivel de abonamiento se espera una mejor respuesta en el rendimiento de trigo. Además observamos significación estadística para la interacción del tipo de labranza y fertilización los resultados detallados y se muestran en la prueba de contraste de promedios. El Coeficiente de variación nos permite indicar una buena precisión para experimentos de campo.

**CUADRO 3.4** Análisis de variancia del rendimiento de trigo por el efecto de tipos de labranza y niveles de fertilización en el cultivo de trigo. Pampa del Arco 2760 msnm.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F
Bloque	2	683146.30	341573.1	2.70	0.1070 ns
Tipos de Labr.(L)	2	4925424.10	2462712.0	19.44	0.0002 **
Error (a)	4	164525.90	41156.5		
Fertilización (F)	2	8004757.40	4002378.7	31.60	<.0001 **
Interac. L x F	4	1712514.80	428128.7	3.33	0.0450 *
Error (b)	12	1519877.78	126656.5		
Total	26	17010346.30			

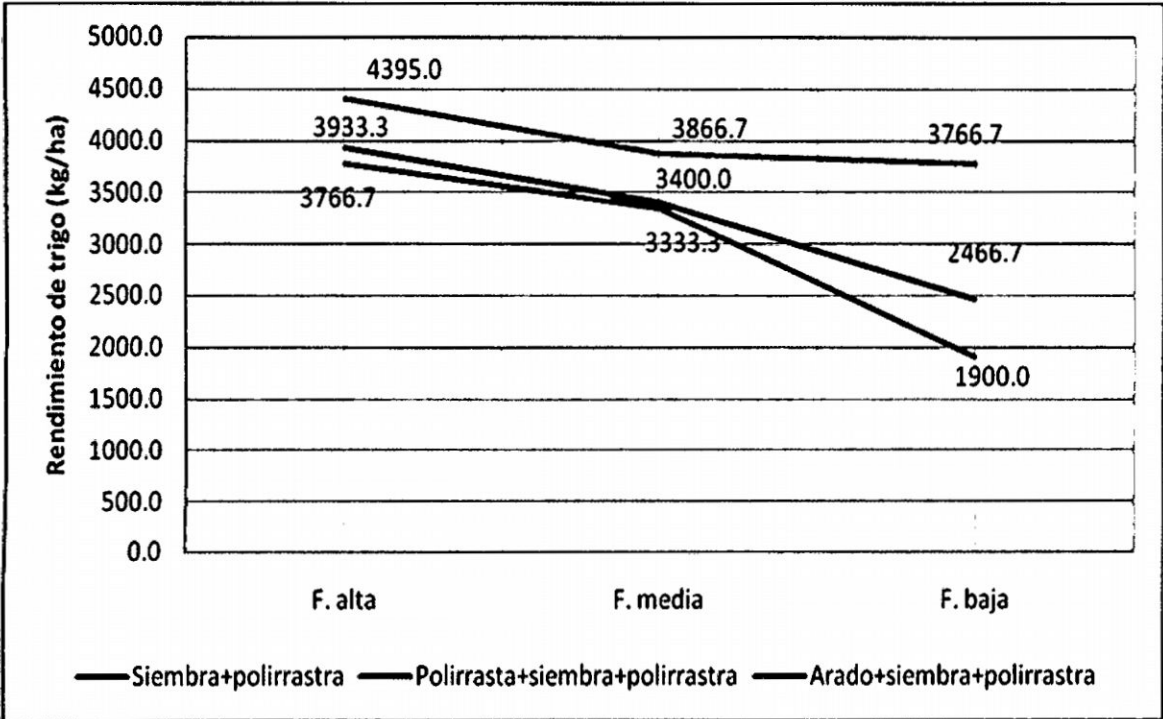
**C. V = 10.38 %**

Una buena preparación del suelo en la región semiárida como la de Pampa de Arco, le otorga una excelente cama para la semilla y la retención de humedad frente a las demás formas de preparación.

El Gráfico 3.3 muestra claramente que la fertilización alta, pero con buena preparación del suelo consistente en una pasada de arado y siembra + polirrastra supera al tratamiento con polirrastra y siembra + polirrastra que presentan casi

igual rendimiento de grano. Los demás tipos de preparación de suelo solo responden cuando se fertiliza en la fórmula de fertilización alta. También se puede mencionar que la buena preparación del suelo también responde a la fertilización baja, estos resultados nos indican con fuerza que en esta zona Semiárida de Pampa del Arco la conservación del agua es de vital importancia y como un buen complemento la fertilización.

El mayor rendimiento obtenido también se debería a que la mejor labranza permite un mayor almacenamiento de agua de lluvia así como un mejor control de malezas que son las competidoras directas por agua y nutrientes con el cultivo.



**GRAFICO 3.3** Estudio de los efectos simples de la interacción entre tipos de labranza en cada uno de los niveles de fertilización en el cultivo de trigo. Pampa del Arco 2760 msnm.

**Poehlman (1976)**, menciona que el rendimiento es influenciado 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)**, señalan, que las flores fértiles dependen 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 kg/ha, respectivamente.

En el presente ensayo se encontró para la variedad estudiada rendimientos que varían entre 4395 y 3766.7 kg/ha con el tratamiento de arado+siembra+polirrastra, mientras que con siembra y polirrastra se encontró rendimientos más bajos como de 3766.7 a 1900 kg/ha. Esta menor productividad se debe a la presencia de

malezas durante la campaña, especialmente la cebadilla, mostaza y otras, las que fueron eliminadas con un deshiero manual a la que el cultivo de trigo respondió con mayores resultados. 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 a rendimiento.

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 son atribuidas a los efectos combinados de desnitrificación, volatilización y lixiviación.

**Raun y Johnson (1999)**, señala que modificar el momento y la forma de aplicación del N incide en un mejoramiento en la eficiencia de absorción.

**Sulca (2009)**, en Canaán obtuvo los rendimientos en el trigo variedad Nazareno, 6075 y 5007 kg/ha con los siguientes niveles de fertilización nitrogenada de 60-60-60 y 40-50-50 en tres regímenes de fertilización: a la siembra, pleno macollaje y elongación de tallo. En nuestro trabajo experimental se tiene menores rendimientos debido a que el cultivo se llevó a cabo bajo temporadas de lluvia y Pampa del Arco presenta condiciones semiáridas de alta evapotranspiración.

Según **Botan, Crispin y Silva (2004)** dicen que los rendimientos más altos se dan en la variedad ProINTA Oasis, independientemente de la fertilización. En la fertilización se debería tener en cuenta el estadio fisiológico, para que las dosis aplicadas sean mejor aprovechadas por las diferentes variedades. En nuestro experimento se ha tratado de dosificar el abonamiento de nitrógeno,

proporcionando a la planta en dos regímenes a la siembra y al inicio despigación.

Según **Nuñez (2009)**, la información obtenida de la investigación, nos da a conocer los resultados en el cual el precio de producción de trigo por hectárea son los siguientes. Según la encuesta a los agricultores de Chimborazo el costo de producción por hectárea fue 820.7 dólares, el mayor porcentaje de gasto se tiene en mano de obra que es de 42.5 %, mientras que el 40 % corresponde a gastos por insumos (semilla, fertilizante y herbicidas) y tan solo el 17.5 corresponde a gastos de alquiler de equipos para la preparación del suelo y el tape de semillas.

Según los agricultores encuestados en la provincia de Bolívar los resultados fueron los siguientes, el costo de producción por hectárea fue 850.2 dólares, el mayor porcentaje de costos de producción corresponde al gasto por insumos de (semilla, fertilizante y herbicida) lo que equivale a un 40.2 %, mientras que el 38.2 % corresponde al gasto por mano de obra, y el 21.5 % corresponde al gastos por alquiler de equipos de preparación del suelo y el tape de semillas.

Llegando a la conclusión que influye la tecnología en tipos de labranza, el cual no es adecuada la preparación del suelo y como también no existe una buena fertilización en ninguna de las dos provincias, y en el caso de utilizar tractor agrícola solo hicieron una pasada de rastra, y en el caso de pasar con yunta solo hicieron una arada, de tal manera que los agricultores de ambas provincias según la encuesta los egresos superan a los ingresos ya que tienen baja producción y de mala calidad el cual hace que tenga una baja o nada de rentabilidad.

Nuestra tesis coincide con la importancia de la preparación del suelo, por cuanto en un clima semiárido como pampa del arco existe una fuerte evapotranspiración

con pérdida acelerada de la humedad del suelo, en consecuencia una buena preparación del suelo retiene mejor el agua de lluvia.

**d) Peso hectolitrico**

El Cuadro 3.5 muestra el ANVA, del peso hectolitrico como respuesta a la preparación del terreno y a la fertilización en zonas semiárida de Pampa del Arco. En esta existe alta significación estadística para los efectos principales, esto significa que existe una relación de la preparación del suelo y la fertilización en forma independiente. El coeficiente de variación 0.47 es un buen nivel de precisión para esta variable.

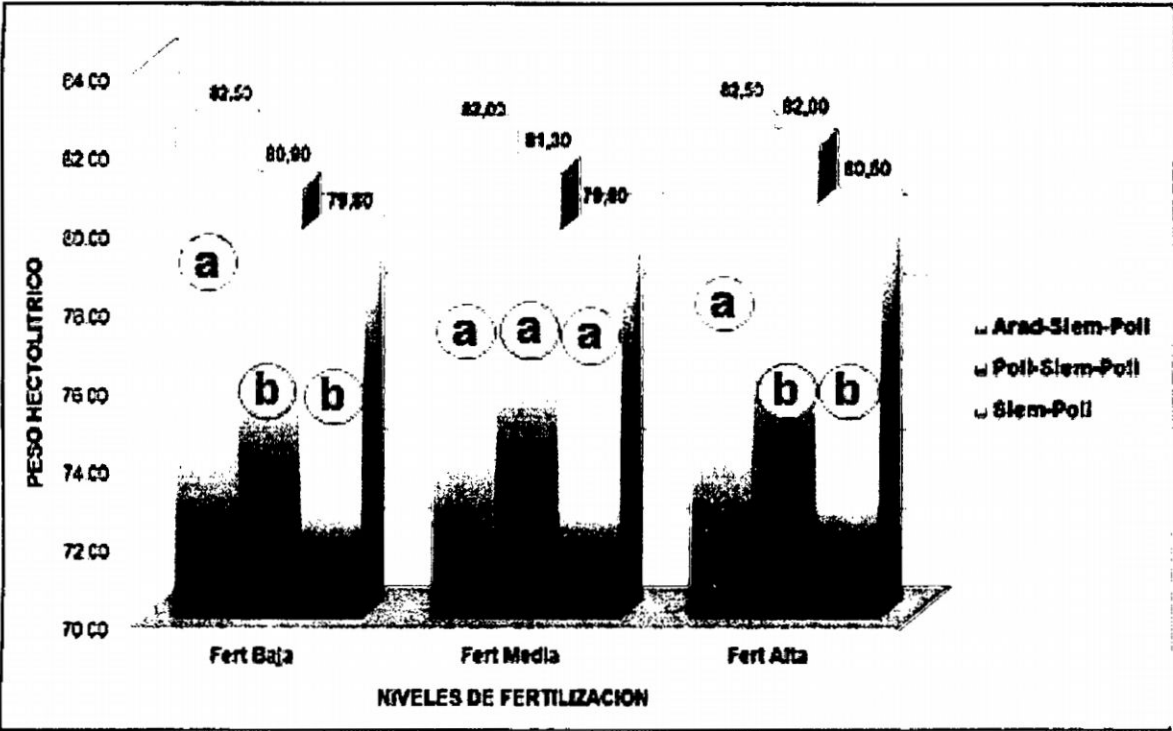
**CUADRO 3.5** Análisis de variancia del peso hectolitrico del trigo por el efecto de tipos de labranza y niveles de fertilización en el cultivo de trigo. Pampa del Arco 2760 msnm.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.036	0.018	0.12	0.8850 ns
Tipos de labranza (L)	2	12.342	6.171	41.62	<.0001 **
Error (a)	4	0.070	0.017		
Fertilización (F)	2	3.347	1.673	11.28	0.0018 **
Inter (L x F)	4	0.485	0.121	0.82	0.5370 ns
Error (b)	12	1.780	0.148		
Total	26	18.063			

**C. V = 0.47 %**

El Gráfico 3.4 muestra una respuesta al peso hectolitrico por efecto de los tratamientos, buena preparación del suelo con arado y polirrastra, con una buena

fertilización se observa un alto valor del peso hectolítrico. Este resultado indica que existe una fuerte interacción positiva en la preparación del suelo y la fertilización en la variable mencionada. Las precipitaciones obtenidas en el mes de marzo y abril del año 2011 (Cuadro 2.2) muestran una adecuada caída de lluvias en los meses de febrero marzo y abril, esta aseveración también demostrada con el balance hídrico donde en los meses mencionados no existe déficit hídrica.



**GRAFICO 3.4** Prueba de Tukey del peso hectolítrico por efecto de tipos de labranza y niveles de fertilización en el cultivo de trigo. Pampa del Arco 2760 msnm

Noriega (1995), menciona que el peso hectolítrico 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. La fertilización y la preparación del suelo influyen fuertemente en el mayor peso hectolitrico.

**Campillo y Jobet (2005)**, encontró al sur de Chile durante dos campañas de evaluación con un cultivar de trigo de alto rendimiento (*Triticum aestivum* L) que se nota un incremento relativo en el peso hectolitrico del trigo con la aplicación de dosis altas (200-250 N/ha) fraccionadas en cuatro partes del cultivo, pero sin diferencia estadística entre estas dosis, tomando valores de 80.5 kg/ha y 80.1 kg/ha. Los valores obtenidos en el presente experimento son mayores, esto debido a que en los suelos de pampa de arco la siembra es anual y existe fuerte interacción entre la preparación del suelo y la alta fertilización que incrementa la calidad del grano.

**Condori (1970)**, encontró resultados que van desde 54 kg/ha a 80.1 kg/ha. En las variedades Canaán-INIAA (80.88 kg/ha) y Andino-INIA (78.38 kg/ha) se observa resultados inferiores a los reportados por el INIA (82.0 y 80.5 kg/ha); mientras que la variedad Wari-INIAA (81.25 kg/ha) se halló un resultado similar al de Andino-INIAA (78.38 kg/ha).

Los resultados obtenidos desde el punto de vista de calidad harinero la mayoría de los trigos estudiados tienen el peso de la densidad de las materias proteicas del gluten que conforme la harina. La variedad Nazareno en Pampa del Arco se ha comportado como un genotipo que responde a la buena preparación del suelo y a la buena fertilización.

### 3.3 MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

En el Cuadro 3.7 presenta los tratamientos estudiados en trigo, donde se observa costos de producción, rendimientos, valor del producto, utilidad y rentabilidad. La mayor rentabilidad se obtiene con los tratamiento, Arado + Siembra + Polirrastra con abonamiento bajo, medio y alto, mostrándonos los valores de 187.2 %, 14.7 % y 157.8 % respectivamente, la mayor utilidad bruta se consigue con el abonamiento alto que tiene un mayor rendimiento de grano con valor de 4395 kg/ha. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la mayor rentabilidad encontrada se debe solamente al costo económico del abonamiento NPK.

**CUADRO 3.7** Merito económico de los tratamientos, costo de producción, rendimiento por hectárea y rentabilidad

TRATAMIENTO	Costo Produc. (S/.)	Rdto. Total (kg.ha <sup>-1</sup> )	Precio Venta (S/.)	Valor de venta (S/.)	Utilidad Neta (S/.)	Rentab (%)
ASP (Abonamiento alto)	2556.91	4395.00	1.50	6592.50	4035.59	157.80%
ASP (Abonamiento medio)	2360.41	3866.70	1.50	5800.05	3439.64	145.70%
PS (Abonamiento alto)	2356.91	3766.70	1.50	5650.05	3293.14	139.70%
PSP (Abonamiento alto)	2516.91	3933.30	1.50	5899.95	3383.04	134.40%
PS (Abonamiento medio)	2160.41	3333.30	1.50	4999.95	2839.54	131.40%
PSP(Abonamiento medio)	2320.41	3400.00	1.50	5100.00	2779.59	119.80%
PSP (Abonamiento bajo)	1927.41	2466.70	1.50	3700.05	1772.64	92.00%
PS(Abonamiento bajo)	1767.41	1900.00	1.50	2850.00	1082.59	61.30%

Este resultado también muestra los beneficios alcanzados por la preparación del suelo.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- a) La madurez fisiológica se inicia y finaliza entre los 101 a 115 días después de la siembra. La cosecha se efectuó a los 137 días después de la siembra.
- b) Existe respuesta en la altura de planta a la preparación de suelo en zona semiárida, siempre y cuando se proporcione una buena fertilización.
- c) El tratamiento, arado + siembra + polirrastra es la que tiene una mejor respuesta en el número de espigas/m<sup>2</sup>, llegando a un valor de 403 en promedio de la fertilización utilizada
- d) El más alto rendimiento de grano de trigo con 4395 kg/ha, se obtuvo con la fertilización alta de 180-90-60 de NPK y la preparación de terreno con el procedimiento: arado, siembra y polirrastra
- e) Existe una alta respuesta a la fertilización alta de 180-90-60 de NPK y la preparación de terreno con el procedimiento: arado, siembra y poli rastra, en las variables de calidad Peso hectolítrico, longitud de espiga, número de granos/espiga y peso de granos/espiga

- f) La mayor rentabilidad se obtiene con los tratamiento, Arado + Siembra + Polirrastra con abonamiento bajo seguido a medio y alto, mostrándonos los valores de 187.2 %, 14.7 % y 157.8 % respectivamente, la mayor utilidad bruta se consigue con el abonamiento alto que tiene un mayor rendimiento de grano con valor de 4395 kg/ha.

#### **4.2 Recomendaciones**

- a) En la labranza del suelo deberá ser a una profundidad de 25 a 35 cm para retener mayor agua de lluvia y evitar la excesiva evapotranspiración.
- b) En la zona semiárida de Pampa de Arco y lugares edafo climáticas parecidas, se recomienda la labranza del suelo con arado de disco, luego la siembra y el tapado de la semilla con polirrastra, en el cultivo del trigo.
- c) Utilizando una labranza adecuada del suelo, con un adecuado nivel de fertilización de un cultivo de trigo, se conseguirá mayores beneficios económicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEVEDO, E. SEPULVEDA, N. CAZANGA, Y ARIAS, J. 1988. Evaluación Técnico Económica de la Cero Labranza y manejo de residuos en cultivos tradicionales, en condiciones de secano, para la VIII región de Chile.
2. ALMENDROS GARCIA, P. R SALAS. M ISABEL 2008. Vida Rural Residual - effects of natural zone chelates on navy bean response, leaching and soil status. Plant and soil.
3. BELLIDO – LOPEZ GARRIDO, RJ. 2007. Efectos del laboreo en el desarrollo del sistema radicular del trigo, habas, garbanzo y girasol en un vertisol de secano. Tesis Doctoral. pp 60-137.
4. BIBLIOTECA AGROPECUARIA 1970. Los cereales. Edit. Mercurio S.A. Lima, Perú.
5. BOTAN, MICHEL - VENIALGO, CRISPIN – SILVA LUIS 2003. Fertilización de Trigo en Labranza Cero, Establecimiento "Don Panos".UNITEC AGRO S.A.
6. CAMPILLO, R. Y JOBET, F. 2005. Fertilización Nitrogenada para Trigo de Alto Rendimiento Potencial en Andisoles de la Región de la Araucania Chile. Boletín.
7. CONTRERAS, J. 2004. Comparativo de Cinco Variedades de Trigo Harinero (*Triticum aestivum*) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho, Perú.
8. CONDORI, R.F. 1991. Rendimiento y Calidad Panadera de 4 Entradas y 2

variedades de trigo (*Triticum sativum*) en dos épocas de siembra en Canaán a 2 750 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho Perú.

9. CAMARILLO, M. 2008. Guía para producir trigo con Labranza Mínima y Cero en el Valle de Mexicale". México.
10. CROVETTO, C. 1999. Agricultura de Conservación. El grano para el hombre, la paja para el suelo. Colección vida rural. 301pp.
11. DAROCH, R. NEUMANN, M. NISSEN, J. 1988. Efectos de tres Sistemas de Labranza sobre la Erodabilidad de un Suelo. Agro Ciencia 4 (2):109-115.
12. ECHEVARRIA, H.G. Y STUDDERT, G. 1998. El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como valor predictivo en la proteína del trigo, por aplicaciones de nitrógeno a la espigación. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 103(1), Pág. 27-36
13. FAO. 1997. Agricultura de Conservación en los Países en Vías de Desarrollo. Public. FAO; Roma 1997.
14. GUERRERO, A.H. 1987. Cultivos Herbáceos extensivos. Ediciones Mundi Prensa. España.
15. GARCÍA DE CORTAZAR, V. 2002. Análisis de Manejo de Rastrojos en Sistemas de Labranza Cero con el Simulador Crop Syst. En: U. De Concepción - U de Chile.
16. GONSALEZ MONTANER, J. 1989. Manejo y Conservación, Fertilidad y Fertilizantes.
17. GOMEZ MACPHERSON, 1998. Trigo Regado depósito de documentos de la

FAO, producido por Departamento de Agricultura.

18. INIA 2007. Trigo el Nazareno 411. Investigación para el Desarrollo. Nota de Prensa 058-2007-INIA-PW.
19. JARA V. J. 1993. Cultivo de Trigo en la Sierra del Perú Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Lima, Perú.
20. LÓPEZ MARTÍNEZ J, VÁZQUEZ VÁZQUEZ, E., SALAZAR SOSA, R ZÚÑIGA TARANGO, H TREJO ESCAREÑO. 2008. Sistemas de Labranza y Fertilización en la Producción de Maíz Forrajero.
21. NAVARRO BRAVO, BENJAMÍN FIGUEROA SANDOVAL, VÍCTOR M. ORDAZ CHAPARRO Y FÉLIX V. 2009. Efecto de la Labranza sobre la Estructura del Suelo, la Germinación y el Desarrollo del Maíz y Frijol.
22. NORIEGA, K.G. 1995. Evaluación del Rendimiento y otras Características de 25 líneas en Trigo Harinero en la Costa Central. Tesis. Ing. Agrónomo. UNA La Molina. Lima, Perú.
23. NOVELO Guizar M. 2005. La labranza de Conservación en México y Apoyos de Fira para su Adopción. Banco de México – Fira. México.
24. NUÑEZ OROZCO, M (2009). Caracterización del Sistema de Producción de Trigo (*triticum aestivum*) en las Provincias de Chimborazo y Bolívar.
25. PAIS AND JONES 1997. Agronomic handbook: Management of crops soils and their fertility.
26. PARSONS, D. L. 1989. Trigo, Cebada. Manual para Educación Agropecuaria Edit. Trillas. México.

27. PARODI, P. y ROMERO, L. 1991. Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. FAO. Manual Técnico.
28. PÉREZ PÉREZ, M.P. 1981. Acción del Nitrógeno en el Ahijamiento y en el Crecimiento del Grano de Trigo.
29. POHELMAN, J.M. 1976. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edit. Limusa S.A. México.
30. PRATS, J. y CLEMMENT, M. 1960. Los Cereales. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España.
31. PROYECTO FERTILIZAR 2003. Como Lograr más Proteína en el Trigo. En: Revista Chacra. pp 82-84. Argentina.
32. RAUN, W. R., AND JOHNSON, G.V. 1999, Improving Nitrogen use Efficiency for Cereal Production. Agron. J. 91: 357-363.
33. RODRIGUEZ CACERES C.A. Y DI CIOCCO 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.
34. NAVARRO BRAVO, A. 2003. Labranza de Conservación que usa los Residuos de las Cosechas (rastros).
35. SNOWBALL, K. Y A. D. ROBSON, (1991). Carencias y Necesidades Nutricionales que Afectan al Trigo.
36. SMART, JR. Y JH BRADFORD (1996). Conservation for a Semi – arid Subtropicales Environment. United States Departamento of Agricultura Research Service – Welasco, Texas Congreso Internacional de AMIA.

37. SULCA, P. R. 2009. Producción y Calidad del Grano de Trigo (*Triticum aestivum* L) Bajo Diferentes Regímenes de Fertilización Nitrogenada. Canaán 2750 msnm – Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
38. TANAKA, D. L. 1985. Chemical and Stubble-Mulch Fallow Influences on Seasonal soil Water Contents. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:728-733.
39. TRILLAS – SEP. 1994. Trigo, Cebada y Avena. Editorial Trillas S.A. Segunda Reimpresión. México.
40. UNGER, P.W. AND WIESE, A. F. 1979. Managing Irrigated Winter Wheat Residues for Water Storage and Subsequent Dryland grain Sorghum Production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43:582-588.
41. VELASCO, R. 1991. Evaluación Económica de Diferentes Sistemas de labranza de Suelos: Tradicional, Mínima y Cero.
42. VALLE, S. 2004. Efecto de la Labranza Cero en el Crecimiento Vertical del Trigo. Tesis para obtener título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile.
43. VILLALOBOS ARAYA, MARVIN; GUZMÁN ARIAS, ISABEL; ZÚÑIGA PEREIRA, CRISTIAN 2009. Evaluación de Tres Tipos de Labranza en el Cultivo de la Papa (*Solannum tuberosum*) Tecnología en Marcha, Vol. 22, N.º 2, Abril-Junio 2009, pp. 40-50.

**ANEXO**

**CUADRO 1 A:** Costos de producción del cultivo del trigo tratamiento siembra y poli rastra, fertilización nivel bajo (60-30-20 de NPK)

Descripción	Unid	Cant	Valor unit. S/.	Sub total S/.	Total S/.
<b>I GASTOS DEL CULTIVO (C.D )</b>					<b>1461.50</b>
<b>1. Preparación del terreno</b>				<b>200.00</b>	
-Roturación del terreno	H/M	04	50.00	200.00	
<b>2. Siembra</b>				<b>130.00</b>	
-Aplicación de fertilizantes y distribución de semillas	Jorn	04	20.00	80.00	
-Tapado de semillas	H/M	01	50.00	50.0	
<b>3. Labores culturales</b>				<b>440.00</b>	
- 2 <sup>do</sup> abonamiento	Jorn	02	20.00	40.00	
- Deshierbos	Jorn	20	20.00	400.00	
<b>4. Cosecha</b>				<b>240.00</b>	
- Corte y trillado	H/M	04	35.00	140.00	
- Ensacado y almacenamiento	Jorn	05	20	100.00	
<b>5.. GASTOS ESPECIALES</b>				<b>476.50</b>	
1: Semilla	kg	140	2.00	280..00	
2. Fertilizantes (60-30-20)					
- Urea	Kg.	66.6	1.16	73.30	
- Fosfato Di amónico	Kg.	66.6	1.30	86.60	
- Cloruro de potasio	kg	33.3	1.10	36.60	
<b>II. GASTOS GENERALES (C I)</b>					<b>306.91</b>
1. Leyes sociales (13%)				189.99	
2. Gastos administrativos (5%)				73.07	
3. Imprevistos (3%)				43.84	
<b>Costo Total De Producción (s/.)</b>					<b>1767.41</b>

**CUADRO 1 B:** Resumen del costo de producción de los tratamientos:

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO</b>
<b>T - 1</b>	Una sola Poli rastra y abonamiento Bajo (60 - 30 - 20 de NPK)	S/ 1767.41
<b>T - 2</b>	Una sola Poli rastra y abonamiento Medio (120 - 60 - 40 de NPK)	S/ 2160.41
<b>T - 3</b>	Una sola Poli rastra y abonamiento alto (180 - 90 - 60 de NPK)	S/ 2356.91
<b>T - 4</b>	Dos Poli rastras y abonamiento bajo (60 - 30 - 20 de NPK)	S/ 1927.41
<b>T - 5</b>	Dos poli rastras y abonamiento medio (120 - 60 - 40 de NPK)	S/ 2320.41
<b>T - 6</b>	Dos poli rastras y abonamiento alto (180 - 90 - 60 de NPK)	S/ 2516.91
<b>T - 7</b>	Arado, Poli rastras y abonamiento bajo (60 - 30 - 20 de NPK)	S/ 1967.41
<b>T - 8</b>	Arado, poli rastras y abonamiento medio (120 - 60 - 40 de NPK)	S/ 2360.41
<b>T - 9</b>	Arado, poli rastras y abonamiento alto (180 - 90 - 60 de NPK)	S/ 2556.91

BIBLIOTECA E INFORMACION  
CULTURAL  
U.N.S.C.M.

**CUADRO 1C:** Fertilización con NPK y las variables de rendimiento en el cultivo de trigo. Pampa del Arco 2790 msnm. 2011.

Tratamiento NPK kg/ha	Long. de espiga (cm)	Nº de granos/espiga	Peso de granos/espiga
<b><u>S-P 60-30-20</u></b>			
Promedio	6.2	31.3	1.2350
Desv. Est	2.1	6.8	0.28
<b><u>S-P 120-60-40</u></b>			
Promedio	6.8	33.5	1.3550
Desv. Est	2.6	7.4	0.34
<b><u>S-P 180-90-60</u></b>			
Promedio	6.8	34.1	1.3860
Desv. Est	3.2	7.5	0.32
<b><u>P-S-P 60-30-20</u></b>			
Promedio	7.1	36.5	1.4559
Desv. Est	2.8	6.8	0.32
<b><u>P-S-P 120-60-40</u></b>			
Promedio	7.3	38.5	1.5146
Desv. Est	2.7	7.4	0.25
<b><u>P-S-P 180-90-60</u></b>			
Promedio	7.5	41.6	1.6898
Desv. Est	3.3	8.3	0.34
<b><u>A-S- P 60-30-20</u></b>			
Promedio	7.9	42.7	1.7245
Desv. Est	3.1	7.4	0.28
<b><u>A-S- P 120-60-40</u></b>			
Promedio	8.1	43.6	1.8146
Desv. Est	3.3	6.5	0.33
<b><u>A-S- P 180-90-60</u></b>			
Promedio	8.3	43.9	1.8463
Desv. Est	3.4	7.5	0.35

## PANEL DE FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DE LA TESIS



**Foto 01** Delimitación del terreno.



**Foto 02** Abonamiento de las parcelas de los tratamientos.



**Foto 03** Labores culturales durante el proceso de instalación del trabajo de investigación.



**Foto 04** Dosis de NPK debidamente pesado para cada uno de los tratamientos.



**Foto 05** Vista panorámica del terreno donde se instaló el trabajo de Investigación.



**Foto 06** Toma de anotaciones de trigos emergentes por  $m^2$  de los tratamientos



**Foto 07** Emergencia del cultivo de trigo en su totalidad



**Foto 08** Vista panorámica del cultivo de trigo en pleno macollaje.



**Foto 09** Labor de deshierbo.



**Foto 10** Dosis de abonamiento después del deshierbo.



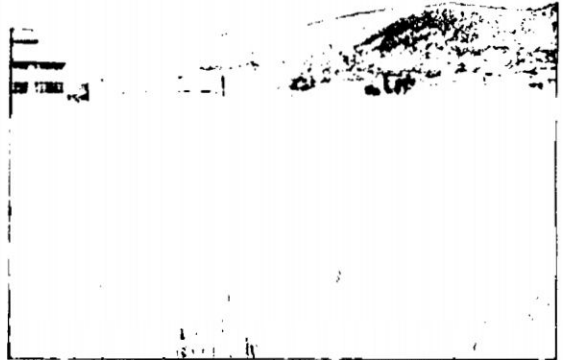
**Foto 11** Espigamiento del trigo en toda su totalidad.



**Foto 12** Muestras de espigas de trigo.



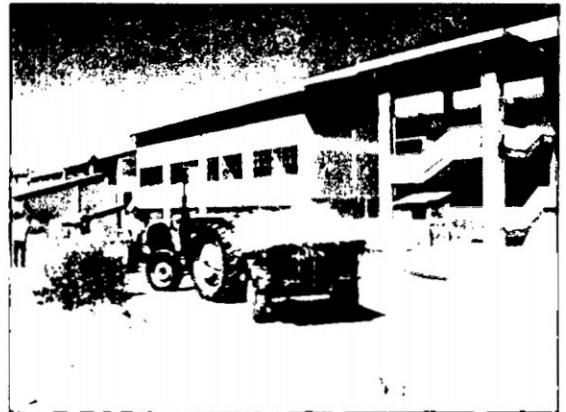
**Foto 13** Cultivo de trigo en plena madurez láctea



**Foto 14** Cultivo del trigo en plena madurez de cosecha.



**Foto 15** Labor de siega en las parcelas experimentales



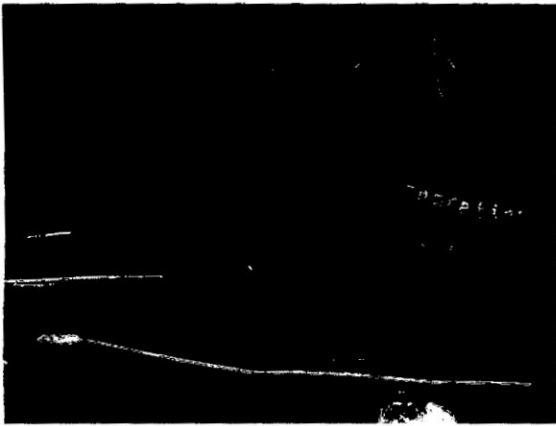
**Foto 16** Traslado de espigas para su trillado



**Foto 17** Labor de trillado de espigas de trigo



**Foto 18** Labor de venteo (separacion de granos de la paja)



**Foto 19** Tomando las medidas de altura de tallo del trigo.



**Foto 20** Tomando las medidas de longitud de espigas.



**Foto 21** Trilla de las muestras de un m<sup>2</sup> de cada uno de los tratamientos



**Foto 22** Peso hectolitrico de la muestra de los tratamientos.

BIBLIOTECA E INFORMACION  
CULTURAL  
U.N.S.C.H.