

## Análisis de rentabilidad productivos de rotación según sistemas mecanizados de labranza convencional y de conservación

Santiago Campos M. <sup>1</sup>, Héctor Araujo R. <sup>2</sup>

### Resumen

Esta investigación se llevó a cabo entre el 08 de julio del 2004 y 31 de mayo del 2006. El área experimental fue de 6,048 m<sup>2</sup>, en el terreno "Libres I" del Campo Agrícola Experimental "El Fundo"-UNALM; usando el Diseño en Bloques Completos al Azar con los tratamientos en arreglo factorial y modelos de regresión lineal simple y múltiple. El índice de rentabilidad en los tres cultivos (Trigo Centenario, Frijol Caraota y Maíz Amarillo Duro DK-5005), en Sistema de Conservación (L-0) fueron: en el uso de compost: 27.80, 1.11 y 54.48 %; y con NPK: 119.57, 53.13 y 112.36% los cuales resultaron mayores al Sistema Convencional (L-1, L-2 y L-3). Los valores promedios de costos totales de producción con la labranza para L-1, L-2 y L-3 se mantienen bastante similares (3340.52, 3345.91 y 3315.23 S//Ha); mientras que para L-0 es de 3076.33 S//Ha. La relación Costo Maquinaria/Costo Total de Producción de los sistemas de labranza L-1 y L-2 fueron en promedio de 23.07 y 23.34 respectivamente mientras que L-3 y L-0 fueron de 19.21 y 17.32. La ecuación de predicción de consumo de combustible "y" (gal/h) en función de la resistencia a la penetración del suelo "x" (kg/cm<sup>2</sup>), de mayor significación estadística del Cultivo de Trigo Centenario fue: En Labranza Primaria para Arado de Rejas (Función Potencial B-I, B-II, B-III):  $y = 0.339 x^{0.1319}$ ,  $R^2 = 0.9415$ . Las recomendaciones más importantes fueron: emplear la labranza-cero ó siembra directa con cobertura vegetal para disminuir los costos de producción y conservar los suelos; y seguir experimentando con mayor número de repeticiones.

**Palabras clave:** Rentabilidad Productiva de Cultivos en Sistemas Mecanizados.

### Abstract

This study was done at the dairy farm Milkito of Agraria El Escorial S.A, Cañete - Lima, between the years 1993 and 1995. It was worked with the information of 109 heifers and 88 cows inseminated between april 1990 and september 1991, using 180 staws of frozen semen of five Israeli bulls. In the same way was evaluated the information of 95 heifers and 100 cows Inseminated with 195 staws of frozen semen of five american bulls. The evaluated parameters were: Fertility, Number of Services per conception, Age at first service, Days to conception, Age at Calving, Gestation Length, Type of Calving, Proportion of male and female, Multiple births, Days Open and Calving Interval. For the statistical tests it was use the Chi-square, analysis variance and Duncan Test. The results for the Israeli bulls were: 53.3% of Total Fertility and 44.3% por cows and 60.6% for heifers. An average 1.8 Services por Conception: 1.6 for heifers and 2.3 for cows. Gestation length was 278.3 days with 5.3 days more for males. Age al first service: 14.7 months and 24.8 month of age at first calving, 118.6 Days Open and 13.5 months of Calving Interval. The American bulls had 38.5% of Fertility and 2.6 Services for conception, these were the only significant diferences with the Israeli bulls. The general conclusion was that fertility of Israeli bulls was better than of American bulls and is recomendad to realice evaluation of productivity of daughters of Israeli bulls.

**Key words:** Productive Profitability of Crops in Mechanized System.

### 1. Introducción

En nuestro país, hemos tenido siembra directa desde la época de los pre-incas para lo cual, en agricultura, utilizaron como implemento la kasuna, el allachu, la chakitacllia, el kituchi, los cultivos y otros.

Se amaba mucho la naturaleza, evitando la erosión, uso de tipos de suelo y control de riego por gravedad (canales especiales). En 1530, con la llegada de los españoles, cambiaron la agricultura por el uso de los arados tradicionales de reja y vertedera, aperos complementarios y animales (caballos), denominándose agricultura convencional.

En EE.UU. de América en la década de 1930, después de tormentas de polvo producidas por la excesiva labranza convencional y por una prolongada sequía, se inició la búsqueda de una alternativa al cultivo convencional. Se introdujeron sistemas de

labranza de conservación con una protección de la superficie del suelo con los residuos de las cosechas en una proporción de cerca 30% de cobertura.

La presente investigación nos permitirá analizar la rentabilidad en los cultivos en rotación según los sistemas mecanizados de labranza convencional y de labranza de conservación (siembra directa).

Los objetivos principales de esta investigación son: Determinar los efectos de Labranza Convencional y Labranza de Conservación en tres campañas sucesivas de cultivos en rotación; determinar el comportamiento de las propiedades físicas del suelo en los sistemas de labranza; y determinar el costo de la producción de los cultivos en rotación con cada uno de los sistemas de labranza.

Adicionalmente se plantean los siguientes objetivos específicos: Determinar la relación de Costos de Maquinaria Agrícola versus Costos de Producción y Estimar el Consumo de Combustible en Laboreo, a partir de los valores de Resistencia de Suelo.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: [scampos@lamolina.edu.pe](mailto:scampos@lamolina.edu.pe).

<sup>2</sup> Magíster Scientiae en Especialidad de Ingeniería Agrícola. Profesor Visitante DMA-FIA-UNALM. E-mail: [haraujor@yahoo.es](mailto:haraujor@yahoo.es)

### 1.1 Preparación de tierras o labranza

Gavande (1982) detalla diferentes manipulaciones mecánicas de los suelos, con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos.

Laboreo es conseguir en el suelo una estructura adecuada para que las plantas se desarrollen en las mejores condiciones posibles. Esa estructura depende, sobre todo, de la porosidad y de la estabilidad de los agregados. Un suelo compacto es aquel que tiene poca porosidad. La compactación se produce por efecto del agua y por el paso de maquinaria y ganado de pastoreo. Fuentes (1999)

### 1.2 Agricultura convencional

Agricultura Convencional es la práctica de arar, suavizar, pulverizar, remover y nivelar el suelo antes de la siembra. Estas múltiples operaciones son cada vez más caras y están sobrecargando la capacidad de trabajo de la ya escasa mano de obra. La mayoría de los suelos trabajados quedan expuestos a la erosión hídrica y eólica lo cual empeora sus condiciones físicas y su capacidad de producción. Frecuentemente los suelos se compactan y se encostran debido al golpeteo producido por las gotas de lluvia. (Phillips y Young 1973)

Berlín (1976) explica que la productividad de un suelo depende en mucho del arreglo o disposición de las partículas del suelo entre sí o sea de la estructura del suelo. El objetivo de todas las operaciones primarias de labranza es causar un efecto sobre la estructura del suelo, principalmente con el objetivo de obtener un volumen mayor de espacio de poros grandes.

### 1.3 Agricultura de conservación

Según FAO (2003), Agricultura de Conservación (CA), tiene como finalidad hacer un mejor uso de los recursos agrícolas a través de un manejo integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles, unido a una utilización limitada de los factores de producción externos.

Benítez (2004): Es una propuesta integral y práctica que busca desarrollar sistemas agrícolas sostenibles y optimizados, así como mitigar y en muchos casos revertir la degradación del suelo y el medio ambiente, fortaleciendo, educando y apoyando a los agricultores en su necesidad de contar con prácticas mejoradas que incrementen sus cosechas y ganancias económicas y disminuyan los riesgos externos.

### 1.4 Rendimientos de cultivos con diferentes sistemas de laboreo mecanizado

Huamaní (1993): los sistemas de asociación y sus monocultivos referenciales tienen efectos diferentes en el rendimiento de maíz y frijol, que son altamente significativos estadísticamente.

Aguilar (1992): con respecto a los tipos de labranza encontró diferencia altamente significativa entre ellos, con un mayor rendimiento promedio en la labranza convencional igual a 2,028.9 kg/Ha. y 1,386.9 kg/Ha. en labranza mínima.

Vivanco (1985) en investigación del Cultivo de Cebada en el Valle del Mantaro en Labranza Convencional, Labranza Mínima y Labranza Cero

fue significativo el efecto de una mayor labranza en el rendimiento en grano de Cebada. Los tratamientos que mejor rendimiento en grano han alcanzado son los de Labranza Convencional-Siembra Mecanizada común en hileras. Los tratamientos con Labranza Cero alcanzaron rendimientos que no se diferencian significativamente de los obtenidos con Labranza Mínima, Labranza con Yunta y Labranza Convencional-Siembra Manual al Voleo.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica en esta investigación es: Longitud 76° 57' 06" Oeste, Latitud 12° 05' 04" Sur, Altitud 243.7 m.s.n.m. en la UNALM.

### 2.2 Materiales de experimentación

Maquinaria Agrícola: Tractor Agrícola AF – 1110, de 110 CV.; Arado de Rejas, Arado de Discos Reversibles, Cultivador de Campo, Rastra de Discos Tandem, Surcador S-3, Sembradora Lineal, Cosechadora de Cereales, Trilladora, Desgranadora de Maíz.

Equipos para Muestreo de Suelo: Laboratorio de Análisis de Suelo y Laboratorio de Microbiología, Medidor de Tres Fases; Penetrómetro de Cono; Balanza de Precisión, 72 cilindros de acero inoxidable con sus tapas, Bolsas de plástico.

Materiales para cada Cultivo.- Semillas: Trigo Centenario, Frijol Caraota, Maíz Amarillo Duro DK-5005, Compost y NPK, herbicidas: U-46 D-Fluid 6, Glifosato, Maicero y Sulfare; e insecticidas: Metasystox R-250 EC, Ninja, Quetin, Sulfare y Atabron.

### 2.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con una repetición por bloques, en 3 campañas sucesivas de producción: **1ª Campaña:** Trigo Centenario; **2ª Campaña:** Frijol Caraota; y **3ª Campaña:** Maíz Amarillo Duro

#### 2.3.1 Factores Considerados

Se emplearon 24 u. e. de 192 m<sup>2</sup> (9,6 x 20 m<sup>2</sup>) cada una, con distancias de 4 m en las cabeceras superior e inferior.

**Bloques:** Suelo Franco-Arenoso con diferentes niveles de M. O.

**B-I:** Suelo Franco-Arenoso, pobre en M. O. (menos de 1% M. O.).

**B-II:** Suelo Franco-Arenoso, rico en M. O. (aprox. 3% M. O.).

**B-III:** Suelo Franco-Arenoso, rico en M. O. (aprox. 5% M. O.).

#### Labranza:

**L-1:** Labranza con Arado de Rejas (1 pase de rejas y 2 pases cruzados de rastras tandem) y siembra.

**L-2:** Labranza con Arado de Discos (1 pase de Discos y 2 pases de rastra tandem) y siembra.

**L-3:** Labranza con Cultivador de Campo (2 pases cruzados) y siembra.

**L-0:** Cero Labranza ó Siembra Directa y siembra.

#### Abonamiento:

**A-1** (Abono Compost).

**A-2** (NPK).

Adicionalmente se emplearon los modelos de regresión lineal simple y múltiple para determinación de las ecuaciones de predicción de consumo de combustible en función de la resistencia a la penetración del suelo.

#### 2.4 Conducción del experimento

Limpieza de mala hierbas por cada bloque y tratamiento de suelo; y luego el machaco o riego de gravedad, al iniciar la 1ª Campaña. Después del 6º día de riego de gravedad, se seleccionó un sitio representativo del área de estudio, aproximadamente en la zona central de la misma, en dicho lugar se procedió a abrir una calicata, su área fue de 80 cm. de ancho y 1.5 m de largo y profundidad de 1.2 m del suelo.

En labranza primaria del Cultivo de Trigo cv Centenario, se colocó 42 sacos de compost en los tres bloques (4 tratamientos por bloque con 3.5 sacos ó 175 kg/tratamiento, fecha de aplicación: 29-06-04).

Para la 2ª y 3ª campaña se colocó estiércol de vacuno en el B-II (3 TM) y para el B-III (6 TM) los días 05 de marzo de 2005 y 29 de septiembre de 2005, respectivamente; también se realizaron los análisis de M. O. y caracterización correspondientes.

En la 2ª y 3ª Campaña sólo se utilizó compost después de la siembra (En los Bloques I, II, III y T-1, T-3, T-5, T-7) las fechas fueron: 19-04-05 y 07-12-05.

#### 3.4.1 Preparación del Terreno

Para los 3 cultivos de investigación, en la labranza primaria se usó: el tractor agrícola 1110Aex, arado de rejas, arado de discos y cultivador de campo; en labranza secundaria usé la grada de discos "tandem", una sembradora lineal (1ª cultivo) y luego una surcadora (2º y 3º cultivos). Para los cultivos de Fríjol Caraota y de Maíz Amarillo Duro DK-5005, luego del riego de machaco se utilizó estiércol de vacuno (3 T. M. en Bloque II y de 6 T. M. en el

Bloque III y por cada tratamiento). El compost fue colocado después de la siembra.

#### 2.4.2 Fertilizantes

En el cultivo de Trigo cv Centenario su dosis NPK fue de 80-60-0 (Fecha: 12-07-04). En el cultivo Fríjol Caraota su dosis NPK fue de 120-60-60 (Fecha: 18-04-05). Para el cultivo de Maíz Amarillo Duro DK-5005 su dosis NPK fue de 160-120-80.

#### 2.4.3 Riego por Gravedad

Para el cultivo de Trigo cv Centenario, se tuvo 5 riegos por gravedad. En cada riego se sacaron muestra de suelo, especialmente por las propiedades físicas de suelo y resistencia de suelo. En el cultivo de Fríjol Caraota, se aplicó 6 riegos. En el cultivo de Maíz Amarillo Duro DK-5005, se emplearon 8 riegos.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Capacidad horaria de maquinas agrícolas

Para cada campaña, se tomaron los valores de patinamiento, tiempos operativos y tiempos perdidos, consumo de combustible y área trabajada en cada tratamiento, siguiendo el procedimiento establecido en materiales y métodos. Cabe señalar que fue necesario tomar los valores de rendimiento de tiempos dados por varios autores, tales como Hunt, D. (1983), Frank, R. (1977), Balastreire, L. (1987), Caterpillar Inc. (2002); para obtener la capacidad horaria propia de laboreo de campo, debido a que los rendimientos de tiempos experimentales encontrados son irreales para el laboreo de campo. Los valores de patinamiento del tractor, en los tres cultivos, se encuentran algo por debajo de los valores óptimos debido probablemente a que el tractor trabajaba con todos sus contrapesos (de acuerdo al tipo de suelo el patinamiento óptimo debería encontrarse entre 10 y 15 % para suelo franco-arenoso).

**Tabla 1:** Resumen de capacidad y tiempos operativos de maquinas agrícolas cultivo de trigo centenario.

Implementos		Ensayo Experimental				Proyección en Campo	
		Cap. Teórica (ha/h)	Cap. Efectiva (ha/h)	Eficiencia	T. Operativo (h/ha)	Eficiencia *	T. Operativo (h/ha)
LABRANZA PRIMARIA	Arado de rejas	0.50	0.19	0.38	5.26	0.83	2.39
	Arado de discos	0.46	0.18	0.40	5.43	0.83	2.61
	Cultivador de Campo	1.41	0.19	0.14	5.16	0.85	0.83
LAB. SECUNDARIA	Rastra de discos	1.30	0.23	0.17	4.44	0.80	0.96
SIEMBRA	Sembradora Lineal	0.78	0.29	0.37	3.45	0.70	1.83





\* De textos de Frank, Rodolfo ; Donnell, Hunt

En todos estos cuadros podemos ver que los valores de tiempo operativo experimentales para las tres campañas de cultivos, obtenidos para el laboreo resultaron ser aproximadamente el 2 á 4.5 veces mayores que los de campo. Mientras que los tiempos operativos experimentales obtenidos para rastra y cultivador fueron aproximadamente cinco veces más altas que los valores correspondientes de laboreo de campo.

#### 3.2 Costos horarios estimados de maquinas agrícolas empleadas en investigación

En el cuadro presente se puede mostrar el costo horario de cada tractor e implementos en cada cultivo, lo cual se ha elaborado para cada sistema mecanizado, teniendo en cuenta un uso anual de mil horas de trabajo del tractor, ajustando para tal fin las hectáreas a ser trabajada. Los valores de las máquinas y equipos ensayados fueron obtenidos de las empresas vendedoras correspondientes durante los años 2004 a 2006.

**Tabla 2.** Costo horario estimado de laboreo sistema de labranza y siembra mecanizada. Método de labranza L1. 1ª Campaña: Trigo Centenario.

Características Generales		Tractor Yanmar AF1110ex	Arado de Rejas J.D. 3 cuerpos	Rastra de Discos Fianza R424-21	Sembradora Hassia	
Valor Nuevo: Precio entrega c/accesorios (VN):	\$	40000.00	6600.00	4212.00	10000.00	
Costo neum. delanteros:	\$/Unid	200.00	0.00	0.00	160.00	
Costo neum. posteriores:	\$/Unid	420.00	0.00	0.00	0.00	
Total C. Posesión Anual (CP):	\$/año	6337.00	886.51	575.61	1137.27	
Total C. Posesión/hora (CP/U):	Experim. \$/h	6.34	38.45	26.13	42.98	
Total C. Posesión/hora (CP/U):	Campo \$/h	6.34	39.04	24.35	45.15	
Total Costos de Operación:			77.49	50.48	88.13	<b>Total</b>
Total Costo Tractor + Operador, en propiedad:	Experim.	\$/h	23.05	22.03	26.46	<b>71.54</b>
	Campo	\$/h	22.71	23.64	25.19	<b>71.54</b>
	Experim.	\$/ha	121.26	97.76	91.32	<b>310.33</b>
	Campo	\$/ha	54.38	22.66	45.97	<b>123.02</b>
Total Costo Tractor + Operador, en Serv. alquiler:	Experim.	\$/h	28.46	27.19	32.67	<b>88.32</b>
	Campo	\$/h	28.04	29.19	31.09	<b>88.32</b>
	Experim.	\$/ha	149.70	120.69	112.74	<b>383.12</b>
	Campo	\$/ha	67.14	27.98	56.76	<b>151.87</b>
						
<b>Tractor Yanmar AF1110ex</b>	<b>Arado de Rejas J.D. 3 cuerpos</b>	<b>Rastra de Discos Fianza R424-21</b>	<b>Sembradora Hassia</b>			

### 3.3 Costos de producción agrícola

Los costos de producción fueron elaborados teniendo en cuenta la tecnología de mecanización agrícola planteada en esta investigación levantándose las evaluaciones de tiempos de mano de obra para las labores de limpieza, riego de machaco, riego, tomeo, abonamiento, deshierbo, control químico (fumigaciones), laboreo mecanizado, etc.

En el Cuadro 3 se puede apreciar en L-1, el efecto del mayor costo de compost con respecto al costo del insumo y del costo de producción de trigo, comparativamente con el costo de NPK (aprox. 5 veces mayor que el costo de fertilizante: 1440 \$/Ha. vs 278 \$/Ha.); notándose además que este mayor costo no se ve reflejado en un incremento del rendimiento del trigo, si no mas bien en una disminución, tanto con la combinada 6491.32 vs. 7501.74 como en la trilladora 6773.33 vs. 7780 Kg. /Ha. Cabe notar que en el caso del fríjol caraota y de maíz amarillo duro los efectos de ambos abonos en los rendimientos, se mantienen algo similares, debido a relaciones de NPK diferentes (en los tres cultivos se aplicaron las mismas cantidades de compost, es decir 9 ton/ha).

En L-2, L-3 y L-0 el efecto del mayor costo de compost con respecto al costo del insumo y del costo de producción de trigo, comparativamente con el costo del NPK, se mantienen pero su reflejo en los rendimientos es menor (aprox. un 50% menor que en L-1) tanto en la combinada como en la trilladora. Manteniéndose los rendimientos de fríjol caraota y maíz amarillo duro en valores similares. A diferencia de los costos de aplicación del compost con fertilizante, los costos del empleo de la maquinaria

son aun mayores (de 1018.47 á 155,38 S/Ha), dependiendo del numero de horas-maquina utilizado en labranza y siembra.

En la mayoría de casos los tratamientos con compost tuvieron rendimientos de producción inferiores que con los tratamientos de NPK, a excepción de aquellos en los que se utilizaron cultivador de campo en los cuales los rendimientos fueron similares. Lo primero, se debe probablemente a que el NPK tiene la ventaja de tener una mayor disponibilidad de nutrientes que el compost, en la primera etapa de desarrollo vegetativo de las plantas; y lo segundo, debido al resquebrajamiento del suelo.

Si observamos los valores promedios de rendimiento con las labranzas, notamos que en general se mantienen en valores bastantes similares que van de 2,000 á L-1 hasta 6,000 kilos/ha para L-0; por lo que se puede optar por los sistemas de labranza mas económicos.

Si vemos los valores promedios de costos totales de producción con la labranza podemos notar que con L-1, L-2 y L-3 se mantienen bastante similares 3347.70, 3345.91 y 3315.23 S/ha mientras que con L-0 es de 3076.33 S/ha aproximadamente 10 % menos que los anteriores, debido a que este último método conlleva a menores costos de maquinaria pero a su vez, a mayores gastos en mano de obra de deshierbo y otros. *La relación Costo Maquinaria/Costo Total de*

Producción de los sistemas de labranza L-1 y L-2 fueron en promedio de 23.30 y 23.40 respectivamente mientras que L-3 y L-0 fueron de 19.27 y 17.38

El índice de rentabilidad en los tres cultivos (Trigo Centenario, Fríjol Caraota y Maíz Amarillo Duro DK-5005), en Sistema de Conservación (Labranza Cero ó L-0) fueron: En el uso de compost: 27.80, 1.11 y 54.48 %; y con NPK: 119.57, 53.13 y 112.36% los cuales resultaron mayores al Sistema Convencional (L-1, L-2 y L-3).

### 3.4 Producción de cultivos

#### 3.4.1 Producción de trigo cv centenario

En el Cuadro 4 se presenta el ANAVA de los datos biométricos de Trigo Centenario. Los Coeficientes de Variabilidad (CV) obtenidos fueron menores a 29% y por lo tanto son aceptables (Calzada, 1981). En este cuadro se aprecia la no significación (-) estadística

encontrada para todas las variables tanto en bloques como en tratamientos y comparaciones de grupos de tratamientos, (a excepción de Altura de Plantas a 30 días, No. de Plantas por m<sup>2</sup>, Días al Espigado, Días a la Madurez y No. de Macollo por Planta); lo que nos indica que los valores obtenidos en estas variables son independiente a los métodos de labranza empleados, y por lo tanto se puede escoger el método de labranza y siembra mas económicos (labranza mínima "L-3" y la siembra directa "L-0"). Es interesante observar la superioridad al 95% de probabilidad, para el rendimiento en kg/ha del arado de rejas verticales con respecto al de discos; y la superioridad al 95% de labranza L-0 en comparación con L-3 en la variable peso de 1000 granos, por corresponderle los valores más altos (47.38 vs 49.81).

**Tabla 3.** Resumen de análisis de varianza de tratamientos de sistemas mecanizados. 1ª Campaña: Trigo cv Centenario. Variables Biométricas.

Variable Considerada:		F.req.		Alt.Plta. 30 días		Alt.Plta. 60 días		Alt.Plta. 90 días		N.Plta.por m <sup>2</sup>		Días al Espigado		Días a la Madurac.		No.Macollo por plant.	
F. de V.	GL	5%	1%	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.
Total	23																
Bloques	2	3,74	6,51	3,43	-	0,58	-	0,87	-	1,18	-	0,00	-	0,57	-	0,59	-
Tratamientos:	7	2,77	4,28	2,06	-	0,56	-	1,18	-	2,70	-	4,15	*	3,01	*	1,27	-
a vs b					a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b
L1,L2 vs L3,L0	1	4,60	8,86	7,82	*	0,001	-	4,29	-	6,60	*	5,79	*	0,48	-	0,19	-
L1 vs L2	1	4,60	8,86	0,22	-	1,090	-	0,52	-	0,06	-	0,14	-	2,95	-	0,39	-
L3 vs L0	1	4,60	8,86	1,51	-	0,289	-	3,26	-	5,72	*	5,14	*	17,38	**	6,94	*
A1 vs A2 en L1	1	4,60	8,86	0,06	-	0,000	-	0,00	-	3,43	-	0,29	-	0,12	-	0,15	-
A1 vs A2 en L2	1	4,60	8,86	4,22	-	2,530	-	0,07	-	0,02	-	10,3	**	0,00	-	0,24	-
A1 vs A2 en L3	1	4,60	8,86	0,39	-	0,013	-	0,01	-	1,33	-	0,29	-	0,12	-	0,96	-
A1 vs A2 en L0	1	4,60	8,86	0,20	-	0,002	-	0,12	-	1,76	-	7,14	*	0,00	-	0,04	-
Error	14																
"CV":					9,90		24,19		4,49		22,60		1,53		1,39		21,98

Variable Considerada:		F.req.		P. Plantas por Espiga		No.Espigas por m <sup>2</sup>		No.Grano por Espiga		R. Grano Kg/Ha		Rend. Grano-m <sup>2</sup>		Peso de Mil Grano		Indice de Cosecha	
F. de V.	GL	5%	1%	e	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.
Total	23																
Bloques	2	3,74	6,51	0,08	-	0,67	-	1,63	-	1,69	-	1,87	-	0,78	-	0,84	-
Tratamientos:	7	2,77	4,28	0,55	-	0,82	-	0,80	-	2,25	-	2,54	-	1,12	-	0,62	-
a vs b					a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b
L1,L2 vs L3,L0	1	4,60	8,86	0,02	-	3,60	-	0,00	-	0,91	-	1,58	-	0,22	-	0,42	-
L1 vs L2	1	4,60	8,86	0,09	-	0,03	-	0,00	-	4,02	-	4,63	*	0,56	-	0,54	-
L3 vs L0	1	4,60	8,86	0,56	-	0,13	-	2,69	-	0,43	-	0,63	-	5,47	*	0,25	-
A1 vs A2 en L1	1	4,60	8,86	0,16	-	0,15	-	0,02	-	4,60	*	4,81	*	0,00	-	0,25	-
A1 vs A2 en L2	1	4,60	8,86	0,04	-	0,67	-	0,46	-	0,87	-	0,52	-	0,49	-	0,00	-
A1 vs A2 en L3	1	4,60	8,86	1,87	-	0,07	-	1,32	-	1,57	-	1,81	-	0,64	-	0,00	-
A1 vs A2 en L0	1	4,60	8,86	1,10	-	1,07	-	1,08	-	3,36	-	3,79	-	0,43	-	2,87	-
Error	14																
"CV":					20,06		28,61		18,77		12,04		11,24		25,28		25,28

#### 4.2 Producción de frijol caraota

En la producción de Fríjol Caraota, con cosecha manual tipo laboratorio siempre fue superior que la cosecha con la manual experimental en aprox. de 4.68 á 7.76%; igualmente en la producción con NPK siempre fue mayor que con compost aprox. de 5.80 á 14.41%. En cuanto a los sistemas de labranza, la producción manual tipo laboratorio fue de 1936.67, 1930.00, 1936.67 y 1903.54 para L-1, L-2, L-3 y L-0 respectivamente. Mientras que con cosecha manual experimental fue de 1767.01, 1818.23, 1813.02 y 1894.43 Kg/Ha.

En la Tabla 4, se presenta el resumen de ANAVAS de datos biométricos del Cultivo Fríjol Caraota, observándose altas significación para el rendimiento en kg/ha y por 10 m<sup>2</sup> en bloques y tratamientos con alta superioridad estadística del NPK con respecto al compost en L-1, debido a la mayor disponibilidad de nutrientes del NPK.

**Tabla 4.** Resumen de Análisis de Varianza de Tratamientos de Sistemas Mecanizados. 2ª Campaña: Frijol Caraota. Variables de Rendimiento de Cosecha.

Variable Considerada:		F.req.		Rend.Gran Kg/Ha.		R.Grano (10 m2)		P. de 100 granos		Indice de Cosecha		Nº.Plta. Parcela		NºV.Buena por Planta		NºV. Vana por Planta	
F. de V.	GL	5%	1%	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.
Total	23																
Bloques	2	3.74	6.51	29,62	**	19,88	**	0,14	-	0,36	-	0,51	-	0,28	-	1,70	-
Tratamientos:	7	2.77	4.28	5,74	**	2,79	*	0,27	-	0,34	-	0,48	-	0,56	-	0,88	-
a vs b					a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b		a v b
L1,L2 vs L3,L0	1	4.60	8.86	0,30	-	0,00	-	0,18	-	0,13	-	0,12	-	0,44	-	1,00	-
L1 vs L2	1	4.60	8.86	1,54	-	0,14	-	0,80	-	1,32	-	0,01	-	0,03	-	0,42	-
L3 vs L0	1	4.60	8.86	0,04	-	0,32	-	0,00	-	0,57	-	1,41	-	0,26	-	0,19	-
A1 vs A2 en L1	1	4.60	8.86	24,94	**	11,45	**	0,04	-	0,09	-	1,43	-	1,37	-	2,26	-
A1 vs A2 en L2	1	4.60	8.86	4,38	-	3,70	-	0,20	-	0,22	-	0,14	-	1,52	-	0,69	-
A1 vs A2 en L3	1	4.60	8.86	4,16	-	2,25	-	0,13	-	0,05	-	0,01	-	0,00	-	0,16	-
A1 vs A2 en L0	1	4.60	8.86	4,85	-	1,68	-	0,52	-	0,01	-	0,26	-	0,30	-	1,29	-
Error	14																
"CV":				5,62		7,82		15,28		23,00		15,85		32,85		66,96	

### 3.4.3 Producción de maíz amarillo duro DK- 5005

En la producción de Maíz Amarillo Duro DK-5005, con cosecha manual tipo laboratorio siempre fue superior que la cosecha con la manual experimental en aprox. de 3.32 á 4.74%; igualmente podemos apreciar que la producción con compost fue mayor que con NPK aprox. de 1.73 á 4.55% en los sistemas de labranza L-1 y L-2 respectivamente; sucediendo lo contrario en L-3 y L-4 con porcentajes de 5.30 y 13.51. En los sistemas de labranza, la producción manual tipo laboratorio fue de 11000.01, 10754.43, 10508.24 y 10103.56 para L-1, L-2, L-3 y L-0

respectivamente; mientras que la producción manual experimental fue de 10600.24, 10361.67, 10103.30 y 9682.57 Kg/Ha., a pesar de las diferencias porcentuales encontradas, se pudo determinar que estas diferencias de productividad no alcanzaron significación estadísticas en las dos campañas por lo que se recomienda los sistemas mecanizados de labranza mínima con cultivadora de campo (L-3) y de labranza cero o siembra directa (L-0) para los cultivos de frijol y maíz, por sus menores costos de producción. En la Tabla 5 se resumen de ANAVAS de este cultivo, el C. V. es de 3.60% a 151%.

**Tabla 5.** Resumen de Análisis de Varianza de Tratamientos de Sistemas Mecanizados. 3ª Campaña: Maíz Amarillo Duro DK-5005. Variables de Rendimiento de Cosecha.

Variable Considerada:		F.req.		end.Mazor. Kg/Par.		Rend. Grano Kg/Par.		Peso 100 granos		R. Mazor. Kg/Ha.		Rend.Gran. Kg/Ha.	
F. de V.	GL	5%	1%	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.	Fc.	Sig.
Total	23												
Bloques	2	3.74	6.51	1,28	-	0,86	-	1,09	-	1,12	-	0,86	-
Tratamientos:	7	2.85	4.46	0,89	-	0,85	-	0,33	-	0,81	-	0,85	-
a vs b					a v b		a v b		a v b		a v b		a v b
L1,L2 vs L3,L0	1	4.60	8.86	2,14	-	1,73	-	0,05	-	1,86	-	1,73	-
L1 vs L2	1	4.60	8.86	0,18	-	0,16	-	0,03	-	0,10	-	0,16	-
L3 vs L0	1	4.60	8.86	0,54	-	0,43	-	0,07	-	0,53	-	0,43	-
A1 vs A2 en L1	1	4.60	8.86	0,10	-	0,05	-	1,11	-	0,03	-	0,05	-
A1 vs A2 en L2	1	4.60	8.86	0,27	-	0,30	-	0,00	-	0,26	-	0,30	-
A1 vs A2 en L3	1	4.60	8.86	0,43	-	0,43	-	0,12	-	0,41	-	0,43	-
A1 vs A2 en L0	1	4.60	8.86	2,56	-	2,85	-	0,95	-	2,47	-	2,85	-
Error	14												
CV:				13,69		14,19		12		13,96		14,19	

### 3.5 Propiedades físicas de suelo

#### 3.5.1 Densidad Aparente, Densidad Real, Porosidad, Humedad y Densidad Aparente Húmeda.

En los ANAVAS de Densidad Aparente (Dap), Densidad Real (Dr), Porosidad (Po), Humedad y D. Ap. Húmeda en los cultivos de Trigo Centenario, Frijol Caraota y Maíz Amarillo Duro; los C. V. se mantuvieron en los rangos normales; tanto el bloques, tratamiento y grupos de tratamientos no se encontraron significación estadística (-). Por lo que se puede afirmar que los métodos de labranza no influyeron en los valores de las características del suelo antes mencionadas.

#### 3.5.2 Resistencia a Penetración del Suelo

Los ANAVAS de resistencia a la penetración en la

labranza primaria, secundaria y de surcado (siembra) en los cultivos de Trigo Centenario, Frijol Caraota y Maíz Amarillo Duro. Los C. V. fueron en su mayoría elevados, lo que indica que existe una gran variabilidad de las propiedades del suelo en las repeticiones entre cada tratamiento.

#### 4.6 Ecuaciones matemáticas en resistencia de suelo y consumo de combustible

Se ha buscado la existencia de funciones matemáticas entre la resistencia a la penetración del suelo (á 30 cm. de profundidad) y el consumo de combustible en el laboreo primario, secundario y de siembra, resultando las siguientes ecuaciones de tendencia:

### Ecuación Matemática en Resistencia de Suelo y Consumo de Combustible en el Cultivo de Trigo cv Centenario:

\* En Labranza Primaria:

A. de Rejas (Función Potencial B-I, B-II, B-III):

$$y = 0.339 x^{0.1319} \quad R^2 = 0.9415 \text{ (más sig.)}$$

A. de Discos (Función Polinómica B-I, B-II, B-III):

$$y = 0.0019 x^2 - 0.0265x + 0.5213 \quad R^2 = 0.2679$$

Cultivador de Campo (Función Polinómica B-I, B-II, B-III):

$$y = 0.0115x^2 - 0.1614x + 1.022 \quad R^2 = 0.7685$$

donde:

y: consumo de combustible esperado de tractor-implemento (litros/hora)

x: resistencia a la penetración del suelo (Kg. /cm<sup>2</sup>)

Los coeficientes de regresión ( $R^2$ ) nos confirman la existencia de tendencias que pueden ser mejoradas, si se determinan estas ecuaciones con un mayor número de pares de valores (por lo menos de 20 á 40 puntos). Las expresiones de estimación de consumo de combustible de mayor tendencia significativa fueron para el arado de rejas (Función Potencial) y el cultivador de campo (Función Polinomial Cuadrática).

\* Labranza Secundaria: Rastra de Discos Tandem

Polinómica B-I:  $y = 0.0198 x^2 + 0.2263 + 0.929$

$$R^2 = 0.8481$$

Lineal B-II:  $y = 0.0086 x + 0.4467$

$$R^2 = 0.9438$$

Polinómica B-III:  $y = 0.0207 x^2 - 0.2942 x + 1.3786$   $R^2 = 0.9474$  (más sig.)

Las ecuaciones de estimación de tendencia mas significativas fueron del modelo polinomial cuadrático (B-I y B-III)

\* Sembradora Lineal:

Función Polinómica B - I:

$$y = 0.001 x^2 + 0.0027x + 2359$$

$$R^2 = 0.1491$$

Función Lineal B - II:

$$y = 0.0086x + 0.4467$$

$$R^2 = 0.9438$$

Función Polonómica B-III:

$$y = 0.0207 x^2 - 0.2942x + 1.3786$$

$$R^2 = 0.9474$$

Las ecuaciones de estimación de tendencia más significativas fueron del modelo lineal y polinomial cuadrático (B-II y B-III)

### 3.7 Resultados de esponjamiento del suelo por efecto de los métodos de labranza

Inmediatamente al pase de los implementos de labranza, se procedió a las mediciones del esponjamiento del suelo utilizando el perfilómetro, obteniéndose los cuadros de valores respectivos para cada campaña. En la Tabla 6 se presenta el resumen de resultados de esponjamiento. En este cuadro se puede apreciar que luego de la aradura, el suelo se esponja grandemente, pero posteriormente al gradeo, el esponjamiento decae un cierto porcentaje debido al efecto del peso del conjunto tractor-implemento y a la compresión lateral de la grada ejercida sobre el suelo esponjado por el arado.

Se puede notar también que la cultivadora de campo produce un porcentaje de esponjamiento (de 8.3 á 10.8%) del suelo mucho menor que los promedios obtenidos con los arados de rejas (de 20 á 23.5%) y de discos (de 10.5 á 20.2%) y de rastra de discos (de 9.9 á 12%), debido a que la cultivadora realiza un ligero corte y movimiento del suelo sin mezcla de capas horizontales.

El surqueo en siembra directa (manual), permite también obtener un ligero porcentaje de esponjamiento del suelo que se desliza a los costados del implemento (de 3.9 á 5.9%) en las diferentes campañas de cultivos.

**Tabla 6.** Resultado de % de Esponjamiento en los 3 Cultivos.

Tratamiento	Implementos	1° Campaña			2° Campaña			3° Campaña			Esponj. Prom
		Bloques			Bloques			Bloques			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	
T-1	A. de Rejas	28.00	21.7	24.5	28.27	23.7	13.8	22.32	25.27	23.77	23.5
	Rastra	14.23	10.3	13.6	4.93	11.2	5.5	9.01	12.58	13.16	10.5
	Surcado	-	-	-	4.70	6.9	5.8	5.76	5.13	6.53	5.8
T-2	A. de Rejas	20.83	18.5	23.2	17.28	13.2	11.1	25.32	25.77	25.03	20.0
	Rastra	9.51	14.3	10.0	14.28	16.5	6.7	13.08	9.99	12.16	11.8
	Surcado	-	-	-	5.37	6.8	9.6	4.92	7.19	8.34	7.0
T-3	A. Discos	16.78	22.1	18.4	9.27	10.9	9.0	25.45	18.69	21.17	10.5
	Rastra	8.00	13.2	9.3	11.59	12.5	5.9	7.20	9.52	11.73	9.9
	Surcado	-	-	-	2.79	7.0	8.5	6.03	4.80	5.05	5.7
T-4	A. Discos	23.64	20.2	25.9	16.65	21.1	10.2	23.49	20.05	20.91	20.2
	Rastra	12.96	8.1	10.4	18.38	18.5	8.8	12.35	10.32	8.31	12.0
	Surcado	-	-	-	11.59	12.7	4.5	8.73	6.15	7.72	8.6
T-5	Cultivador	11.95	11.3	9.9	2.86	15.06	9.6	7.68	18.22	10.98	10.8
	Surcado	-	-	-	3.21	3.9	3.4	5.54	4.18	4.20	4.1
T-6	Cultivador	10.3	8.5	13.4	2.96	11.2	8.7	9.93	0.19	9.75	8.3
	Surcado	-	-	-	0.51	2.1	4.7	3.58	3.90	6.34	3.5
T-7	Surcado	-	-	-	4.26	3.4	3.9	3.23	3.76	4.58	3.9
T-8	Surcado	-	-	-	2.11	12.3	5.1	5.65	6.54	3.46	5.9





#### 4. Conclusión y recomendaciones

4.1 A pesar de las diferencias porcentuales encontradas de rendimientos de los tres cultivos, se pudo determinar que estas diferencias de productividad no alcanzaron significación estadísticas en las dos últimas campañas por lo que se recomienda los sistemas mecanizados de labranza mínima con cultivadora de campo (L-3) y de labranza cero o siembra directa (L-0) para los cultivos de fríjol y maíz, por sus menores costos de producción.

4.2 Los valores promedios de costos totales de producción con la labranza podemos notar que con L-1, L-2 y L-3 se mantienen bastante similares 3340.52, 3345.91 y 3315.23 S/ha; mientras que con L-0 es de 3076.33 S/ha, aprox. 10% menos que los anteriores, debido a que este último método conlleva a menores costos de maquinaria pero a su vez, a mayores costos en mano de obra, deshierbo y otros.

4.3 El índice de rentabilidad en los tres cultivos (Trigo Centenario, Fríjol Caraota y Maíz Amarillo Duro DK-5005), en Sistema de Conservación (Labranza Cero ó L-0) fueron: En el uso de compost: 27.80, 1.11 y 54.48 %; y con NPK: 119.57, 53.13 y 112.36% los cuales resultaron mayores al Sistema Convencional (L-1, L-2 y L-3).

4.4 La relación Costo Maquinaria/Costo Total de Producción de los sistemas de labranza L-1 y L-2 fueron en promedio de 23.07 y 23.34 respectivamente mientras que L-3 y L-0 fueron de 19.21 y 17.32.

4.5 En cultivo de Trigo Centenario, los costos horarios estimados de laboreo mecanizados de L-1 en propiedad fue de 71.54 \$/Hr (123.02 \$/Ha), sin considerar % de utilidad, solo IGV. En L-2 en propiedad fue de 71,12 \$/hr (125.74\$/Ha). En L-3 en propiedad fue de 47.81 \$/Hr (66,13\$/Ha). En L-0 en propiedad fue de 23.75 \$/Hr (43.35 \$/Ha). En el Cultivo de Fríjol Caraota, los costos en L-1 fue de 66.79 \$/Hr (103.40 \$/Ha). En L-2 fue de 65,77 \$/Hr (105.65 \$/Ha). En L-3 fue de 50.39 \$/Hr (53,44 \$/Ha). En L-0 fue de 24.18 \$/Hr (31.38 \$/Ha). En el Cultivo de Maíz Amarillo Duro DK-5005, los costos en L-1 fue de 12.68 \$/Hr (20.55 \$/Ha). En L-2 fue de 65,71 \$/Hr (105.06 \$/Ha). En L-3 fue de 50.40 \$/Hr (52,85 \$/Ha). En L-0 fue de 31.05 \$/Hr (39.27 \$/Ha).

4.6 La eficiencia en el laboreo mecanizado para los cultivos de Trigo Centenario, Fríjol Caraota y Maíz Amarillo Duro fluctuaron entre valores de 0.14 á 0,40 mientras que diversos autores (Frank, Donnell, otros) indicaban valores comprendidos entre 0,7 á 0,85; debido al gran tamaño de las maquinas en relación a las pequeñas unidades experimentales (9,2 x 20 m<sup>2</sup>).

4.7 En los 3 cultivos sucesivos, se encontraron altas significaciones estadísticas a nivel de 99% (\*\*\*) en tratamientos para consumo de combustible y en la comparación entre grupos de tratamientos L-1, L-2 vs. L-3, L-0 tanto en la labranza primaria como en la labranza secundaria, con superioridad del grupo de tratamientos de labranza mínima y cero labranza con respecto L-3, L-0 por corresponderles los menores valores de consumo de combustible.

5.8 En ANAVAS de densidad aparente, densidad real, porosidad, humedad y densidad aparente húmeda en los 3 cultivos sucesivos, tanto en bloques, tratamiento y grupos de tratamientos, no se encontraron significación estadística (-). Por lo que se puede afirmar que los métodos de labranza no influyen dichas variables.

5.9 Las expresiones de estimación de consumo de combustible de mayor tendencia significativa fueron: En Labranza Primaria de Cultivo de Trigo Centenario:

\* A. de Rejas (Función Potencial B-I, B-II, B-III):

$$y = 0.339 x^{0.1319}$$

$$R^2 = 0.9415 \text{ (más sig.)}$$

\* Cultivador de Campo (Función Polinómica B-I, B-II, B-III):

$$y = 0.0115x^2 - 0.1614x + 1.022$$

$$R^2 = 0.7685$$

En Labranza Secundaria:

\* Rastra de Discos:

$$\text{Polinómica B-I: } y = 0.0198 x^2 + 0.2263 + 0.929$$

$$R^2 = 0.8481$$

$$\text{Polinómica B-III: } y = 0.0207 x^2 - 0.2942 x + 1.3786$$

$$R^2 = 0.9474 \text{ (más sig.)}$$

En Sembradora Lineal de Trigo Centenario:

$$\text{Función Lineal B - II: } y = 0.0086x + 0.4467R^2 =$$

$$0.9438$$

$$\text{Función Polinómica B-III: } y = 0.0207 x^2 - 0.2942x + 1.3786, R^2 = 0.9474$$

5.10 En cuanto al Esponjamiento de Suelo, en estos tres cultivos, se pudo ver que el Cultivador de Campo produce un % de esponjamiento (de 8.3 á 10.8%) mucho menor que los promedios obtenidos con los Arados de Rejas (de 20 á 23.5%) y de Discos (de 10.5 á 20.2%) y de Rastra de Discos (de 9.9 á 12%), debido a que el Cultivador realiza un ligero corte y movimiento del suelo sin mezcla de capas horizontales. El surqueo en siembra directa (manual), permite también obtener un ligero % de esponjamiento del suelo que se desliza hacia los costados del implemento (de 3.9 á 5.9%) en las diferentes campañas de cultivos.

#### Recomendaciones

1. Recomendar el uso de la labranza cero y siembra directa con cobertura vegetal para disminuir los costos de producción y conservar los suelos.

2. Realizar investigaciones con mayor número de repetición para obtener las ecuaciones de consumo estimado de combustible en función de la resistencia a la penetración del suelo para las diferentes labores mecanizadas en diferentes tipos y condiciones del suelo.

3. Antes de efectuar experimentos con maquinas agrícolas es recomendable preparar adecuadamente el equipo y verificar el resbalamiento óptimo de las maquinas a fin de que la resistencia del conjunto tractor-implemento sea mínima, así como también el consumo de combustible, para disminuir los costos del laboreo.

4. Para trabajo de investigación en agricultura es

recomendable contar con instrumentos como dinamómetro, penetrometros, instrumento de tres fases, etc.

### **5. Referencias bibliográficas**

- Rendimiento Económico, Costos, Operaciones, Potencia y Selección de Equipo. Noriega Editores. Editorial LIMUSA 7<sup>a</sup> Edición. México.
- Frank, Rodolfo G. 1977. Costos y Administración de la Maquinaria. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires. Argentina.
- Balastreire, Luis A. 1987. Máquinas Agrícolas. Editora Manole Ltda. Sao Paulo-SP. Brazil.
- Caterpillar Inc. 2002. Manual de Rendimiento. Editorial Caterpillar Inc. Illinois. EE.UU.
- Food and Agriculture Organization - FAO. 2003. Agricultura de Conservación, uniendo producción con Sostenibilidad. [http://www.fao.org/agS/AGSE/agse\\_s/general/OBJECT.htm](http://www.fao.org/agS/AGSE/agse_s/general/OBJECT.htm).
- Food and Agriculture Organization - FAO. 2003. Intensificando la Producción de Cultivo con Conservación. [http://www.fao.org/agS/AGSE/agse\\_s/CONTENT\\_S.HTM](http://www.fao.org/agS/AGSE/agse_s/CONTENT_S.HTM).
- Fuentes Yague, José L. 1999. Manual Práctico sobre:
- Alvarado Berlijn, J. D. 1976. Maquinaria de Preparación de Tierras. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Hunt, Donnell. 1983. Maquinaria Agrícola: Utilización de Suelo y Fertilizantes. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Gavande, Sampat A. 1979. Física de Suelos: Principios y Aplicaciones. Editorial Limusa S.A. Chapingo. México.
- Food and Agriculture Organization – FAO. 1984. Fertilizer and Plant Nutrition Guide. Bolletín 9. Roma.
- Bazan T., Rubén; Nazario R., Julio; García B., Sady. 2000. Edafología: Guía de Practicas. Dpto. de Suelos-UNALM. Lima. Perú.
- Little, Thomas M. Y Hills. F. Jackson. 1976. Método Estadístico para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas. México.
- Phillips, S. H. Y Young, H. M. 1979. Agricultura sin Laboreo: Labranza Cero. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.
- Gómez, J.A., et al. 1999. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. Soil & Tillage Research. 52, 167-175.