

EVALUACION DE LAS PERDIDAS POR RECOLECCION CON  
COMBINADA EN EL CULTIVO DE LA SOYA (*Glycinemax*)  
L. Merrill EN EL DEPARTAMENTO DEL META

*Eduardo Garcia Toledo*  
*Rodrigo Campos Jimenez*

VILLAVICENCIO

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

1962

16638

16638

✓ EVALUACION DE LAS PERDIDAS POR RECOLECCION CON  
COMBINADA EN EL CULTIVO DE LA SOYA (Glycine  
max) L. Merrill EN EL DEPARTAMENTO DEL META

EDUARDO ✓ GARCIA TOLEDO  
RODRIGO CAMPOS JIMENEZ

Trabajo de grado presentado como requisito  
parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo

Director: GABRIEL ROMERO M.  
I. Agric. M.Sc.  
Codirector: JOSE MANUEL CHAPARRO C.  
I. Agric. M.Sc.

VILLAVICENCIO

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

1992

ANALIZADO - Ref. 16651

Escuela de Ingeniería Agronómica

DEDICATORIA

El autor expresa su dedicatoria:

A mis padres por el apoyo moral y por ayudarme en los diferentes obstáculos de mi carrera.

A mis hermanos por su colaboración prestada a lo largo de mi carrera.

A todos mis amigos.

EDUARDO GARCIA TOLEDO

D E D I C A T O R I A

El Autor expresa su dedicatoria:

A mis padres por que me dieron el apoyo moral,  
económico y me acompañaron en los diferentes  
obstáculos de mi carrera.

RODRIGO CAMPOS JIMENEZ

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
1. OBJETIVOS	1
1.1. OBJETIVOS GENERALES	1
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	1
2. JUSTIFICACION	3
3. REVISION DE LITERATURA	5
3.1. HISTORIA	5
3.1.1. Origen Geográfico de la Soya	5
3.1.2. Morfología de la Soya	
3.1.3. Pluviometría y Altimetría de las zonas soyeras del Departamento del Meta	8
3.2. LA COMBINADA	9
3.2.1. Tipos de Combinada	10
3.2.1.1. Las Montadas en el tractor	10
3.2.1.2. Las Autopropulsadas	11
3.2.2. Exigencias básicas en el diseño de combinadas	11
3.2.3. Funciones de la Combinada	12
3.2.3.1. Corte y Alimentación	14

3.2.3.2. Trilla	18
3.2.3.2.1. Tipos de Cilindros Trilladores	19
3.2.3.2.1.1. Cilindro de Barras Trilladoras y su Cóncavo	19
3.2.3.2.1.2. Cilindro de Dientes Rígidos y Cóncavo	20
3.2.3.2.2. Ajustes de Cilindros Trillador y Cóncavo	21
3.2.3.2.2.1. Velocidad del Cilindro	22
3.2.3.2.2.2. Espaciamiento entre el Cóncavo y el Cilindro	22
3.2.3.3. Separación	24
3.2.3.4. Limpieza	25
3.2.3.4.1. Zarandón	26
3.2.3.4.2. Zaranda	27
3.3. PERDIDAS EN LA COSECHA CON COMBINADA	27
3.3.1. Clase de Pérdidas de grano de Cosecha	28
3.3.1.1. Pérdidas antes de la cosecha	30
3.3.1.2. Pérdidas producidas en el mecanismo de corte y alimentación	31
3.3.1.3. Pérdidas producidas en el interior de la Combinada	31
3.3.1.4. Pérdidas por fugas	34
3.4. ALGUNOS TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS SOBRE PERDIDAS EN COSECHA CON COMBINADA	34

3.5.	METODOS PARA DETERMINAR PERDIDAS DE COSECHA CON COMBINADA	36
3.6.	PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR PERDIDAS EN COSECHA CON BASE EN CONTEO DE GRANOS CAIDOS EN EL SUELO	40
3.6.1.	Cálculo del Número de Semillas para un área de Muestreo	42
3.6.2.	Obtención de Pérdidas en Kilos o Hectólitros por Hectárea	42
4.	MATERIALES Y METODOS	43
4.1.	LOCALIZACION	43
4.2.	TRABAJOS DE CAMPO	43
4.2.1.	Determinación de la Humedad del grano	44
4.2.2.	Obtención de la Altura de las Plantas y Altura de Carga	44
4.2.3.	Velocidad de trabajo en la Combinada	44
4.2.4.	Métodos para la determinación de pérdida en cosecha directa	45
4.2.5.	Relaciones que se establecerán para Hallar las pérdidas	46
4.2.6.	Determinación de la Producción Bruta	47
4.2.7.	Equipo Utilizado	47
4.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	48
4.4.	VARIANTES	49
4.4.1.	Independientes	49
4.4.2.	Dependientes	49

4.4.3. Intervinientes	50
4.5. HIPOTESIS	50
5. DATOS PRELIMINARES DE CAMPO	51
5.1. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA AL VOLEO	51
5.2. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA EN SURCO	51
5.3. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA AL VOLEO	53
5.4. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA EN SURCO	54
6. AJUSTES REALIZADOS	55
6.1. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE POMPEYA AL VOLEO	55
6.2. DATOS DE LOS AJUSTES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE POMPEYA EN SURCO	56
6.3. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO AL VOLEO	57
6.4. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO EN SURCO	58

3.2.3.2.	Trilla	18
3.2.3.2.1.	Tipos de Cilindros Trilladores	19
3.2.3.2.1.1.	Cilindro de Barras Trilladoras y su Cóncavo	19
3.2.3.2.1.2.	Cilindro de Dientes Rígidos y Cóncavo	20
3.2.3.2.2.	Ajustes de Cilindros Trillador y Cóncavo	21
3.2.3.2.2.1.	Velocidad del Cilindro	22
3.2.3.2.2.2.	Espaciamiento entre el Cóncavo y el Cilindro	22
3.2.3.3.	Separación	24
3.2.3.4.	Limpieza	25
3.2.3.4.1.	Zarandón	26
3.2.3.4.2.	Zaranda	27
3.3.	PERDIDAS EN LA COSECHA CON COMBINADA	27
3.3.1.	Clase de Pérdidas de grano de Cosecha	28
3.3.1.1.	Pérdidas antes de la cosecha	30
3.3.1.2.	Pérdidas producidas en el mecanismo de corte y alimentación	31
3.3.1.3.	Pérdidas producidas en el interior de la Combinada	31
3.3.1.4.	Pérdidas por fugas	34
3.4.	ALGUNOS TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS SOBRE PERDIDAS EN COSECHA CON COMBINADA	34

3.5.	METODOS PARA DETERMINAR PERDIDAS DE COSECHA CON COMBINADA	36
3.6.	PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR PERDIDAS EN COSECHA CON BASE EN CONTEO DE GRANOS CAIDOS EN EL SUELO	40
3.6.1.	Cálculo del Número de Semillas para un área de Muestreo	42
3.6.2.	Obtención de Pérdidas en Kilos o Hectólitros por Hectárea	42
4.	MATERIALES Y METODOS	43
4.1.	LOCALIZACION	43
4.2.	TRABAJOS DE CAMPO	43
4.2.1.	Determinación de la Humedad del grano	44
4.2.2.	Obtención de la Altura de las Plantas y Altura de Carga	44
4.2.3.	Velocidad de trabajo en la Combinada	44
4.2.4.	Métodos para la determinación de pérdida en cosecha directa	45
4.2.5.	Relaciones que se establecerán para Hallar las pérdidas	46
4.2.6.	Determinación de la Producción Bruta	47
4.2.7.	Equipo Utilizado	47
4.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	48
4.4.	VARIANTES	49
4.4.1.	Independientes	49
4.4.2.	Dependientes	49

4.4.3. Intervinientes	50
4.5. HIPOTESIS	50
5. DATOS PRELIMINARES DE CAMPO	51
5.1. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA AL VOLEO	51
5.2. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA EN SURCO	51
5.3. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA AL VOLEO	53
5.4. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA EN SURCO	54
6. AJUSTES REALIZADOS	55
6.1. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE POMPEYA AL VOLEO	55
6.2. DATOS DE LOS AJUSTES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE POMPEYA EN SURCO	56
6.3. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO AL VOLEO	57
6.4. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE FUENTE DE ORO EN SURCO	58

7.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	59
7.1.	LOCALIDAD POMPEYA	59
7.2.	LOCALIDAD FUENTE DE ORO	62
8.	CONCLUSIONES	66
9.	RECOMENDACIONES	68
	ANALISIS ECONOMICO	70
	BIBLIOGRAFIA	72

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Esquema General de la Cosechadora	77
FIGURA 2. Diagrama de Flujo de Grano	78
FIGURA 3. Cabezal de la Cosechadora	79
FIGURA 4. Molinete de Ganchos	80
FIGURA 5. Molinete de Tabletillas	80
FIGURA 6. Ubicación Horizontal del Molinete	81
FIGURA 7. Barra de Corte	82
FIGURA 8. Sección Transversal de la Barra de Corte	82
FIGURA 9. Sinfin de la Plataforma	83
FIGURA 10. Acción Trilladora de Cilindro y Cóncavo	84
FIGURA 11. Cilindro y cóncavo de Barras	85
FIGURA 12. Cóncavo de Dientes Rígidos	86
FIGURA 13. Paso entre los Dientes Estacionarios	87
FIGURA 14. Métodos de ajuste del Cilindro y el cóncavo	88
FIGURA 15. Proporciones típicas de espaciamiento delantero y trasero	89
FIGURA 16. Espaciamiento del Cilindro y cóncavo	90

FIGURA 17.	Flujo del Aire del Ventilador	91
FIGURA 18.	Persianas y Placas del Ventilador para Dirigir el Aire	92
FIGURA 19.	Operación del zarandón y de la zaranda	93
FIGURA 20.	Esquema del sistema empleado para evaluar las pérdidas en recolección de soya	94

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA 1. Comparación de las pérdidas totales en la Unidad de corte y alimentación en los dos sistemas de siembra (Pompeya)	95
GRAFICA 2. Comparación de las pérdidas totales en la unidad de trilla en los dos sistemas de siembra (Pompeya)	96
GRAFICA 3. Comparación de las pérdidas totales con y sin ajuste (Pompeya)	97
GRAFICA 4. Comparación de las pérdidas totales en los dos sistemas de siembra (Pompeya)	98
GRAFICA 5. Comparación de las pérdidas totales en la unidad de corte y alimentación en los dos sistemas de siembra (Fuente de Oro)	99
GRAFICA 6. Comparación de las pérdidas totales en la unidad de trilla en los dos sistemas de siembra (Fuente de Oro)	100
GRAFICA 7. Comparación de las pérdidas totales con y sin ajuste (Fuente de Oro)	102
GRAFICA 8. Comparación de las pérdidas totales en los dos sistemas de siembra (Fuente de Oro)	102

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de las pérdidas de grano en cosecha	103
TABLA 2. Comparación de medias correspondientes a los sistemas de siembra para las pérdidas de grano en cosecha kg/ha en las unidades de la combinada	104
TABLA 3. Comparación de medias correspondientes al ajuste de la combinada para las pérdidas de grano en cosecha (kg/ha) en las unidades de corte y trilla	105
TABLA 4. Cuadrados medios de análisis de varianza de las pérdidas totales (kg/ha) en las unidades de la combinada	106
TABLA 5. Comparación de medias correspondientes a los sistemas de siembra para las pérdidas totales (kg/ha) en las unidades de la combinada	107
TABLA 6. Comparación de medias correspondientes al ajuste de la combinada para las pérdidas de grano en cosecha (kg/ha) en las unidades de corte y trilla.	108
TABLA 7. Cuadrados medios del análisis de varianza de las pérdidas del grano en cosecha (kg/ha)	109
TABLA 8. Comparación de medias correspondientes a sistemas de siembra tipo de ajuste y unidades de la combinada para las pérdidas de grano en cosecha (kg/ha)	110

## I N T R O D U C C I O N

La cosecha como etapa final en el proceso productivo de los cultivos es de gran importancia, sin embargo ni el agricultor ni el técnico le han dado la necesaria relevancia, aunque con el avance de la técnica el proceso evolutivo está entregando paquetes tecnológicos específicos para cada cultivo.

Son varios los factores causantes de la pérdida en un cultivo, pero los más críticos pueden ser los ocurridos durante la recolección. Manual o mecánica, esta recolección puede significar para el agricultor la diferencia entre el éxito y el fracaso de su cultivo debido a las pérdidas.

En este trabajo la soya (Glycine max), es el cultivo a cosechar y dicha labor será realizada mecánicamente en lotes comerciales, en las dos zonas soyeras más representativas del Departamento del Meta como son la Región del Ariari y la Región de Pompeya.

Se determinarán las pérdidas de grano en las unidades de la ccbinada durante la cosecha y se compararán las pérdidas por recolección en lotes sembrados a voleo y en lotes sembrados en surcos.

## 1. O B J E T I V O S

### 1.1. OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar las pérdidas de cosecha con combinada en el cultivo de soya Glycine max (L. Merrill), en el Departamento del Meta.
- Determinar las pérdidas de grano de soya Glycine max (L. Merrill), en las unidades de la combinada durante la recolección.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las pérdidas causadas en la unidad de corte y recolección.
- Determinar las pérdidas causadas en la unidad de trilla.
- Determinar ajustes y graduaciones para las unidades

de la combinada, durante la recolección de la soya Glycine max (L. Merrill).

- Determinar la velocidad más adecuada de la combinada, para minimizar las pérdidas de grano.
  
- Comparar las pérdidas de grano, para una siembra al voleo y una siembra en surcos.

## 2. J U S T I F I C A C I O N

El cultivo de la soya (Glycine max) L. Merrill, ocupa un renglón importante en la producción agrícola, ya sea para la obtención de aceites, para la producción de tortas, para la fabricación de concentrados y para la dieta humana.

En los últimos años, este cultivo ha tenido un gran auge como cultivo de rotación en el segundo semestre del año en los Llanos Orientales, pasando de 15.000 hectáreas en 1988 a 45.000 para 1989; obteniéndose rendimientos de casi dos toneladas por hectárea. Además se está investigando la siembra de soya en suelos de sabana (Clase IV), con resultados comercialmente prometedores. EL CIAT y el ICA lo están recomendando como cultivo de rotación, en sus programas para la altillanura con miras a mejorar las características físicas y químicas de los suelos.

Las labores de cosecha se realizan con combinada en un

99% de los cultivos, pero esas máquinas provienen de diferentes lotes, ya sea de arroz o de sorgo y esto implica que debe hacerseles ajustes o calibraciones especiales para la cosecha de soya. Si estas calibraciones no se hacen, empiezan a generar pérdidas lo cual se traduce en mermas para los ingresos del agricultor y la rentabilidad del cultivo.

Mediante el presente trabajo, se pretende hacer una evaluación de pérdidas ocasionadas en las diferentes unidades de las combinadas, con el propósito de utilizar los ajustes más adecuados para obtener pérdidas mínimas durante el proceso de la recolección, ya que esto es una necesidad sentida por los agricultores de la región.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. HISTORIA

En 1946 eran muy pocos los americanos, fuera de las agencias de ayuda alimentaria, que estaban al corriente de la historia de la soya (Glycine max). (La alubia milagrosa de los antiguos chinos). En la actualidad, el impacto de la soya en la agricultura y en la economía es exitoso, aunque como alimento la legumbre no se haya impuesto ni en la mente, ni en el estómago, ni en el corazón de la gente, (HYMOWTZ. T. 1965). (12).

3.1.1. Origen Geográfico de la Soya: La soya (Glycine max (L.) Merril), es una leguminosa excepcional que presenta dos ventajas apreciables sobre la mayoría de las plantas alimenticias y de hecho sobre la mayoría de los alimentos, independientemente de su categoría.

El contenido proteínico 30% del peso comestible, equivalente a tres veces el contenido del trigo, del maíz y de otros cereales, tres veces el de los huevos, más del doble de la carne magra de vacuno y doce veces el de la leche de vaca.

Fuera de Machuria, la soya prospera en el Oeste medio de E.E.U.U. y en Brasil, además en general en Suramérica

Linneo la bautizó Glycine max, del griego Glycine que significa dulce, a pesar de que en casi todas las variedades de soya es de un gusto fuerte, que resulta desagradable a los paladares occidentales. Es posible que Linneo nunca probará la legumbre por él bautizada. (KANHN. E.J. Jr. 1985). (15).

### 3.1.2. Morfología de la Soya Glycine max (L. Merril).

#### Clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatófila
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledonea
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosa

Subfamilia : Papilonoide  
Género : Glycine  
Especie : Glycine max (L. Merrill)

MORFOLOGIA: Según ICA (1974) la planta de soya posee las siguientes características morfológicas: Planta anual que alcanza una altura de 1 metro aproximadamente según la variedad, frutos en legumbre, hojas compuestas trifoliadas con estípulas, semillas carentes de endospermo.

Las flores son blancas o lilas, axilares en forma de racimo, el período de floración es relativamente largo, se considera que el período de floración normal en la mayoría de las variedades, es de 3 a 4 semanas desde la aparición de la primera a la última flor.

Las semillas son medianas, redondeadas, achatadas según la variedad, el color es variable de crema a amarillo rojizo.

Frutos en forma de vainas aterciopeladas, que inician su aparición entre los 10 días y la segunda semana después de aparecer la primera flor. Las variedades determinadas presentan un racimo inusualmente largo en el extremo de su tallo principal.

En pleno período de floración este racimo puede contener al mismo tiempo capullos florecientes, flores marchitas, vainas nuevas y vainas formadas anteriormente.

EL ICA (1974) respecto al porcentaje de humedad del grano encuentra que, el grano de soya recién formado contiene casi el 90% de humedad y acumula materia seca; al cesar esta acumulación, la humedad disminuye al 10 o 15%, la planta o el grano cesa la acumulación cuando las hojas secas se han caído en su mayoría.

Las vainas pierden su color verde al tiempo de la maduración y se forma negra marrón a leonada. El color de la vaina puede distinguirse aunque la pubescencia sea gris a marrón.

### 3.1.3. Pluviometría y Altimetría de las zonas soyeras del Departamento del Meta.

POMPEYA: Promedio anual 2.600 mm.

Promedio segundo semestre:

Julio	: 314 mm.
Agosto	: 280 mm.
Septiembre	: 280 mm.
Octubre	: 295 mm.

Noviembre	:	180 mm.
Diciembre	:	62 mm.
Enero	:	40 mm.

Altura sobre el nivel del mar a s n m = 260 m

ARIARI: Promedio anual 2.700 mm.  
Promedio segundo semestre:

Julio	:	235 mm.
Agosto	:	240 mm.
Septiembre	:	270 mm.
Octubre	:	310 mm.
Noviembre	:	220 mm.
Diciembre	:	80 mm.
Enero	:	27 mm.

Altura sobre el nivel del mar a s n m = 300 m.

### 3.2. LA CCMBINADA

La recolección mecánica de granos y semillas cultivadas, se hace por el paso directo de la máquina comúnmente conocida como combinada. La utilización de la combinada ofrece beneficios, tales como: Ahorro en los costos de recolección, ya que en una sola operación se produce el corte, trilla, limpieza y empaque del grano: ahorro de tiempo y mano de obra al sustituir los antiguos

sistemas de recolección y reemplazar máquinas como atadoras, segadoras y trilladoras fijas. Debido al ahorro de operaciones se obtiene una limpieza temprana del terreno, lo que puede significar dos cosechas en vez de una: Adaptabilidad de la máquina para cosechar varios cultivos, tales como arroz, trigo, cebada, soya, sorgo, frijol, arveja y maíz, sin embargo para que la recolección con la combinada sea eficiente, se requiere conocer el modelo básico del funcionamiento de ésta, así como también las características fundamentales del diseño de operación y adaptabilidad para cosechar varios cultivos. (MANUAL DE INSTRUCCIONES 1977) (17) - (SMITH R. y WILKES. L. H. 1979) (22).

3.2.1. Tipos de combinada: En general hay dos tipos de combinada.

3.2.1.1. Las Montadas en el tractor: Las combinadas montadas en tractor con motores a gasolina, comenzaron a emplearse a gran escala en las zonas trigueras del medio Oeste Americano hasta 1916. En la parte Noroeste de Texas comenzaron a emplearse en 1919. Las pequeñas cosechadoras se accionan mediante el toma de fuerza, pero los tipos grandes llevan un motor auxiliar montado en la propia cosechadora, su anchura de corte está comprendida entre 1.0 y 2.4 m para pequeñas y entre 3.0 y 6.0 para las grandes. (SMITH R. y WILKES L. H. 1979) (22).

3.2.1.2. Las Autopropulsadas: La combinada autopropulsada se comenzó a usar comercialmente hacia 1938. Este tipo de combinada va provista de motores de una potencia de 60 a 150 H. P., se fabrican con anchuras de corte que van de 1.8 a 7.0 m. En el campo, la cosechadora trabaja a una velocidad de 2.0 a 6.5 Km/h. Hay también combinadas que pueden trabajar en terrenos en laderas, ya que llevan ruedas especiales para adaptarse a las pendientes del suelo mediante cilindros hidráulicos, el cabezote se puede inclinar hasta 55 grados para cosechar en laderas, manteniendo nivelados los mecanismos de trilla, separación y limpieza. (SMITH y WILKES) (22).

3.2.2. Exigencias básicas en el diseño de combinadas, Carol, citado por (SMITH y WILKES) (22), dice que estas exigencias son:

- Accesibilidad
- Sencillez con ajuste fáciles y simples
- Comodidad de control y comodidad para el operario
- Capacidad para cosechar todos los cultivos bajo diversas condiciones que se encuentran en las distintas zonas productoras de cereales.

- Poco peso y gran capacidad con relación a la anchura del corte.
- Velocidad de trabajo entre uno y nueve km/h y velocidad en carrétera hasta 12 km/h.
- Suficiente potencia para superar las dificultades del terreno y accionar todos los mecanismos de la máquina.
- Adecuada distribución del peso sobre las ruedas.
- Accesorios, accionamiento y equipos para el cultivo a recolectar.

3.2.3. Funciones de la Combinada: Según Smith y Wilkes (22), las funciones básicas que realiza una combinada con:

- Cortar el cereal
- Alimentar el cilindro con la mies cortada
- Trillar la mies
- Separar los granos de la paja
- Limpiar el grano, separando los desperdicios
- Pasar el grano de la combinada a la tolva

Para la ejecución de las anteriores operaciones, las combinadas están dotadas de la siguientes mecanismos:

3.2.3.1. Corte y Alimentación: El mecanismo que corta, recolecta y envía el material a la unidad trilladora, es conocido como cabezal o cabezote. Este será unido al cuerpo de la máquina por un dispositivo de pivote que permite que el cabezal pueda ser elevado o descendido (por medio de cilindros hidráulicos), para obtener la altura de corte deseado.

Este sistema consta de:

- Unidad de corte y recolección

La constituye el molinete y la barra de corte. Las funciones del molinete son, acercar consecutivamente porciones de plantas a las cuchillas, para que sean cortadas y empujadas a la plataforma.

Hay molinetes de tabletas y de ganchos (recogedores), los primeros tienen de 4 a 8 tabletas, los otros poseen hileras de ganchos distribuidos a corta distancia sobre 4 a 6 batidores metálicos.

Los molinetes tienen dos tipos de ajustes, uno para cada desplazamiento longitudinal y otro para subirlos o bajarlos. Hacia el frente el molinete debe de quedar ligeramente adelante de la barra de corte.

Los molinetes tienen alrededor de 1 m de diámetro; la velocidad varía entre 13 y 15 rpm, que debe graduarse de acuerdo con la velocidad de desplazamiento de la combinada para que sea de 15 a 25% mayor. La barra de corte es una pieza angular, que lleva sujetas una serie de guardas con ranuras a través de las cuales se mueven hacia uno y otro lado cortando los tallos.

La velocidad de las cuchillas no es graduable y cada marca o modelo de la combinada tiene su velocidad específica que oscila entre 450 y 1000 ciclos por minuto. Las medidas de las barras de corte son 3.00 m; y 3.65 m; 4.87 m; 5.48 m; y 6.00 m. La altura de corte debe de ser lo máxima posible, pero siempre por debajo del conjunto de plantas más bajas; hay que evitar la entrada innecesaria de tamo a la máquina, porque va a sobrecargarse el cilindro trillador y el saca pajas. La altura de corte se regula subiendo o bajando el cabezal el cual puede levantarse hasta más o menos 1 m.

#### - Unidad de Alimentación

Una vez cortado el material, cae de la plataforma en donde el sinfín lo introduce a la parte central y lo conduce a sus sistemas de barras transportadoras con

cadena laterales, que lo llevan al cilindro trillador (JHON DEERE & CIA 1976) (14).

El sinfín se compone de roscas con sentido inverso. Esto le permite reunir la cosecha en la parte central.

Posee una velocidad constante, comprendida entre 100 y 150 rpm.

La regulación de la holgura del sinfín se hace con relación a la plataforma, por medio de unas placas reguladoras situadas a ambos lados; la misma regulación se puede hacer para los dedos retráctiles, mediante una palanca situada en el lado derecho (FRANCOIS, M. et al 1975). (8).

3.2.3.2. Trilla: La parte más importante de cualquier cosechadora es la sección trilladora. En esta sección todo el grano es trillado de los tallos o vainas, más del 90% del grano es separado de su tallo, mazorca o vaina. Esta área vital afecta toda la separación de la cosechadora, por que si no se logra aquí una trilla adecuada la cosechadora no desarrollará su trabajo.

El área trilladora de una cosechadora está situada, en el cuerpo de la cosechadora conocido como separador.

Los componentes que conforman este mecanismo consiste en un cilindro y un cóncavo (JOHN DEERE, 1973) (14). (SMITH H. R. & WILKES 1979). (22).

3.2.3.2.1. Tipos de Cilindros Trilladores: Existen dos tipos de cilindros trilladores y sus cóncavos correspondientes.

- Cilindro de barras trilladoras y su cóncavo
- Cilindro de dientes rígidos y su cóncavo

3.2.3.2.1.1. Cilindro de barras trilladoras y su cóncavo: EL cilindro de barras trilladoras consiste, en un número de barras corrugadas de acero, sujetas a la circunferencia exterior de una serie de masas. Estas masas están montadas en un eje transversal en la parte delantera del separador. El cilindro es accionado a velocidades entre 150 a 1500 rpm. Esta variación de velocidades es necesaria para lograr las diferentes acciones trilladoras, que se requieren para las diversas cosechas y condiciones de la misma. La mayoría de las cosechas pueden ser a velocidades entre 400 y 1000 rpm.

El cóncavo consiste en una serie de barras paralelas

de acero, unidas por una serie de barras curvas laterales y varillas. El cóncavo va montado debajo y ligeramente hacia atrás del cilindro. La curvatura del cóncavo generalmente va conformado a la circunferencia exterior del cilindro. Las barras trilladoras tienen corrugaciones que van en direcciones opuestas en las barras adyacentes. Estas corrugaciones suministran una acción friccionada en la cosecha a medida que pasa a través del área trilladora. El cilindro de barras trilladoras y cóncavo manejará las hierbas húmedas con menor desgarramiento de los tallos que un cilindro de dientes rígidos. Esto significa grano más seco y limpio, en el tanque y la menor sobrecarga de la zapata de limpieza (JHON DEERE 1973) (14).

3.2.3.2.1.2. Cilindro de dientes rígidos y cóncavo: El cilindro de dientes rígidos consiste en un número de dientes de acero sujetos a barras metálicas que están montadas a la circunferencia exterior de una serie de masas. La configuración básica de montaje y mando es la misma que se describe para el cilindro de barras trilladoras. El cóncavo tiene también dientes, los dientes están sujetos a barras que a su vez están sostenidas en su lugar, por barras curvas laterales.

Este cóncavo va montado como el cóncavo de barras

trilladoras. Los dientes de este diseño triturarán y rasgarán el material en lugar de friccionarlo y sacudirlo, como lo hace un diseño de barras trilladoras. A medida que gira, sus dientes pasan entre los dientes estacionarios del cóncavo lo que causa la acción trilladora. La unidad del cilindro de dientes rígidos y cóncavo es más agresiva que otros tipos porque recibirá y dirigirá un volumen mayor de material. Por esta razón casi todas las cosechadoras de arroz están equipadas con cilindro de dientes rígidos. Los cilindros de dientes rígidos también son populares para los frijoles comestibles, porque este cilindro tiene una excelente acción trilladora, con poco daño para la semilla. Las desventajas de este diseño es que tiende a desgarrar la paja y la maleza. Lo que origina un mayor problema en separación y limpieza (JHON DEERE 1973) (14).

3.2.3.2.2. Ajustes de cilindro trillador y cóncavo: Según Jhon Deere (14), se efectúan dos ajustes básicos en esta operación.

- Velocidad del cilindro
- Espaciamiento entre el cóncavo y el cilindro

El uso adecuado de estos ajustes, es vital para la cosecha de semillas de alta calidad con un mínimo

de pérdidas.

3.2.3.2.2.1. Velocidad del cilindro: La velocidad del cilindro afecta básicamente dos cosas:

- La cantidad de semilla que es trillada de la paja
- La cantidad de semilla rota o partida en la trilla

Las cosechas llamadas fáciles de trillar, son aquellas semillas que necesitan un impacto bajo para trillarlas, pero que pueden tolerar un impacto alto antes de que se dañen. Cuando se trille este tipo se cosecha el ajuste de la velocidad del cilindro no es muy delicado.

Por otro lado, cuando el impacto necesario para trillar la cosecha es casi el mismo que romperá la semilla, la velocidad deberá ser ajustada cuidadosamente, para alcanzar la más completa trilla con el menor daño posible (JHON DEERE 1937) (14).

3.2.3.2.2.2. Espaciamiento entre el cóncavo y el cilindro: Según Jhon Deere (14) en la mayoría de las cosechadoras, el cóncavo es movido de arriba hacia abajo, según se requiera para obtener el espaciamiento adecuado. La mayoría de las cosechadoras para la parte

trasera y delantera del cóncavo traen ajustes. El espaciamento de la parte delantera del cóncavo puede variar desde una pequeña fracción hasta 3.8 cm. El espaciamento entre la parte trasera del cóncavo es afectado por la abertura o espaciamento de la parte delantera. Normalmente el espaciamento trasero es aproximadamente la mitad de la dimensión seleccionada en la parte delantera.

El espaciamento del cóncavo al cilindro afecta:

- La calidad de la acción trilladora
- La cantidad de semilla que es separada de la vaina a través de la rejilla del cóncavo.

Cuando se dificulta la trilla, se puede reducir el espaciamento para hacer más delgada la banda de paja entre el cilindro y el cóncavo, haciendo que la mayoría de las vainas hagan contacto con el cilindro trillador.

Un espaciamento angosto entre el cóncavo y el cilindro pueden tambien dar como resultado más grano separado de la paja. Las semillas se moverán con más facilidad a través de la capa delgada de paja, con el espaciamento angosto, que através de las capas gruesas con los espaciamentos anchos con un espacio libre adecuado,

ocurre mayor acción trilladora en la parte delantera del cóncavo y la mayoría de las semillas caen a través de la rejilla antes de que sea descargada del área del cóncavo y el cilindro. Con un espaciamiento más ancho, la trilla ocurre más hacia la parte trasera con el cóncavo y el grano no tiene tiempo de ser separado a través del cóncavo (JHON DEERE, 1973) (14).

3.2.3.3. Separación: Según Griffing 1973 (11), alrededor del 90% del grano trillado pasa a través de la rejilla del cóncavo, el otro 10% es separado por un batidor, la parrilla de varillas y un sacapajas.

Los sacapajas proporcionan la agitación necesaria al tambo, para que suelten el grano que va dentro de él, avance y salga por la parte superior trasera de la máquina.

Los sacapajas mueven el tambo hacia arriba y hacia atrás, a una velocidad de 150 a 200 veces por minuto, dependiendo de la cosechadora.

Si la velocidad es demasiado lenta las pérdidas del grano pueden aumentar. La velocidad de los sacapajas o rejillas normalmente no es variable, pero se determina por la velocidad básica del separador. Usualmente se coloca un cilindro separador, o batidor, directamente atrás del cilindro trillador que quita la paja de la

parte trasera y la distribuye en el sacapaja. Si el material que va a ser separado no es desviado hacia abajo, sobre el extremo delantero de la superficie de los sacapajas se pierde un área separadora muy valiosa. Aquí es donde se utiliza la parrilla de varillas en la parte trasera del cóncavo, las varillas sostienen hacia arriba el material, de manera que el batidor desvía el material sobre la sacapajas. Las combinadas disponen de tres o cuatro sacapajas de acuerdo con su ancho; el número más común es de cuatro.

El sacapaja más usado es el de tipo de pasos o escalones que proporcionan una excelente acción, agitadora y transportadora; los sacapajas, tienen orificios de diferentes tamaños y formas que permiten que el grano no siga a través, permitiendo de ésta forma que la hojarasca pase. (GRIFFING G. 1973) (11) (MASSEY FERGUSON 1982). (18).

3.2.3.4. Limpieza: Según Griffin G. (11), el grano se limpia del tamo fraccionado, envolturas de granos y otras impurezas. El sistema denominado unidad de limpieza esta formado por ventilador, zarandón y zaranda.

El ventilador de paletas está colocado dentro de una caja. Su acción va dirigida a la zaranda y el zarandón

y es regulado por persianas, placas y por velocidad; esta puede ser ajustada de 250 a 1500 rpm, dependiendo de las cosechas y condiciones. Las placas del ventilador que dirigen el aire, controlan la dirección de la ráfaga del aire al zarandón y a la zaranda. (GRIFFING G. 1973) (11) (MENDOZA R. 1975) (19).

La velocidad del ventilador es ajustada junto con las aberturas del zarandón y zaranda. En cosechas secas, estos están más abiertos de lo normal. Esto ayuda a evitar que envíen el grano hacia afuera, de la parte trasera de la cosechadora o dentro del material de retorno (SMITH H. R. & WILKES L. 1979) (22).

3.2.3.4.1. Zarandón: Son de tipo ajustable y de tipo no ajustable. El ajustable está hecho de una serie de piezas transversales, de persianas de metal con labios o dientes.

Las aberturas y persianas tienen diferentes formas y tamaño para cubrir los problemas que se encuentran bajo diferentes condiciones de cosecha. Bajo condiciones normales, sin embargo el zarandón ajustable operará en forma más efectiva (GRIFFIN G. 1973) (11).

3.2.3.4.2. Zaranda: Es similar al zarandón, con excepción de que las aberturas y persianas son más pequeñas. El trabajo final de limpieza se efectúa aquí. Existen varios tipos de zarandas, pero los dos más comunes son: el tipo de persiana ajustable y el tipo de zarandas con orificios redondos no ajustables. Las zarandas de tipo de orificios redondos se pueden encontrar con orificios desde 2.5 hasta 14.3 mm, de acuerdo a la cosecha que se va a recolectar (JOHN DEERE) (14).

### 3.3. PERDIDAS EN LA COSECHA CON COMBINADA

En la cosecha con combinada es imposible evitar completamente las pérdidas de grano, pero sí pueden limitarse bastante, controlando las causas que la ocasionan. En investigaciones realizadas en varias zonas cerealistas de los E.E.U.U., se observó que las pérdidas totales promedias en cosecha de soya ascendían al 10%, sin embargo, los mismos investigadores encontraron que éstas pérdidas se podían reducir a un 5% con buenos ajustes, adecuada operación de las máquinas y controlando ciertos factores del cultivo. (PARK J. & WEEB B.) (20).

En los granos como cebada, sorgo, trigo y arroz las pérdidas aceptables están entre el 3-5%. (PINTO R. S. Y REYES T. 1979) (21).

3.3.1. Clase de pérdidas de grano de cosecha: En general las pérdidas en la cosecha de grano se presentan en cuatro situaciones:

- Mal estado de las cuchillas que no cortan bien, tienen juego, los protectores están en mal estado o faltan.
- La cosecha está muy mala o con densidad muy baja. Esto dificulta la acción del molinete y la barra de corte.
- Alta velocidad de avance de la combinada.
- La cosecha está muy húmeda. En este caso se cae el grano por su peso.
- El cultivo está enmalezado.

De acuerdo con Hubert y Whint citados por Hunt (13), las pérdidas de la barra de corte, usualmente son más

grandes que otras pérdidas. Estas pérdidas son exactamente en material caído y grano tirado sobre el terreno por el molinete, obviamente las pérdidas mínimas son esperadas para cosechas erectas.

Kepner et al en 1975 (16), afirman que la razón de la velocidad periférica del molinete a la velocidad de avance de la combinada denominado índice del molinete, puede ser de 1.25 a 1.5, según la mayor parte de los cultivos erectos. Pruebas en California encontraron que incrementando el índice del molinete de 1.5 a 2.8 aumentaron las pérdidas en cebada de 3 a 6% de la producción.

3.3.1.1. Pérdidas antes de la cosecha: Es el grano que cae al suelo suelto y en espigas o en vaina desprendidas, antes de la cosecha.

Estas pérdidas son ocasionadas por:

- El grano que se ha dejado madurar demasiado
- Los trabajadores en el despalille
- Los vientos fuertes
- Los inviernos y vientos que vuelcan los cultivos
- Otras causas naturales (WILKINSON R. & BRAUNBECK O. 1099) (23).

3.3.1.2. Pérdidas producidas en el mecanismo de corte y alimentación: Según HUNT (12), estas pérdidas son producidas por los siguientes factores:

- La cosecha está muy madura y el roce con los ganchos del molinete desgranar fácilmente las espigas.
- Mucha o poca velocidad del molinete.
- Mala posición del molinete: muy bajo o muy alto, muy adelante o muy atrás.
- Mala posición de la barra de corte: muy baja y deja espigas sin cortar.

3.3.1.3. Pérdidas producidas en el interior de la combinada: Según BASTO 1984 (6), estas pérdidas son producidas durante las operaciones de trilla, separación o limpieza. La mayoría de estas pérdidas son causadas por malas graduaciones de las máquinas u operaciones deficientes. Los principales factores para estas pérdidas son:

- Mala graduación de la velocidad del cilindro y separación de cilindro-cóncavo inadecuado, que hace salir vainas con granos sin trillar, granos partidos, tamo demasiado picado y granos con impurezas.

- Alta o baja velocidad del ventilador, que hace salir los granos de la máquina o que hace que aparezcan impurezas en el tanque de almacenamiento.
- Mala colocación de los deflectores, que hacen salir los granos junto con la paja.
- La mala graduación de las zarandas o cribas que deja pasar el grano hacia afuera de la combinada o pasar impurezas junto con el grano.
- Por los orificios en los conductos del grano, tales como elevadores, sinfines, etc., en donde se pierde el grano.

Además las pérdidas en las trillas deben ser menores al 1%, e inversamente relacionadas a la severidad del trillado. Sin embargo, daños en el grano limitan la extensión a la cual la severidad de la trilla puede ser empleada. En algunos casos una buena trilla es obtenida ensanchando el espacio entre el cilindro y el cóncavo, e incrementando el flujo de material.

El incremento del flujo del material, acolchona el grano sin dañarlo y sin reducir la efectividad del trillado. Sin embargo tal práctica puede sobre cargar el sacapajas.

En general la seguridad de la trilla se incrementa con el aumento de la velocidad del cilindro y la disminución del espacio del cóncavo. Tales ajustes son indicados si la cosecha tiene un alto contenido de humedad.

Según Griffin. 1973 (11), la regla general aplicable en la trilla es: "En grano pequeño altas velocidades del cilindro y espaciamiento angosto del cóncavo". Cuando hay una acción trilladora excesiva, los resultados serán: grano quebrado, paja rota y triturada lo cual sobrecarga la zapata de limpieza y hay pérdida de grano en ésta. La acción trilladora excesiva puede ser reducida disminuyendo, la velocidad en un 5% cada vez.

Deben comprobarse los resultados de éstos cambios, antes de hacer modificaciones adicionales. Si de esta manera no se corrige, debe reducirse la velocidad de avance ya que el material ingresa demasiado rápido y puede ser la acción trilladora excesiva. Cuando hay una acción trilladora insuficiente se caracteriza por vainas sin trillar y excesivo material de retorno, sobrecargando el sacapaja y aumentando las pérdidas de grano en él. Esta trilla insuficiente es causada por una velocidad muy baja del cilindro y un espaciamiento ancho del cóncavo.

Hunt 1973 (13), dice que la velocidad de avance es probablemente, el factor más importante en la optimización de la función de cosecha en la combinada. Investigaciones han determinado que las pérdidas totales se incrementan rápidamente, a medida que se aumenta la velocidad de avance. La pérdida en el sacapaja es alta particularmente con un incremento en la velocidad de avance. El incremento de pérdidas en el sacapaja parece ser directamente proporcional a la velocidad de avance y puede ser el 4% de la producción total, cuando la velocidad se incrementa de 2.5 a 3.5 km/h.

3.3.1.4. Pérdidas por fugas: Griffin. 1973 (11), considera que las pérdidas por fugas pueden ocurrir prácticamente en cualquier parte de la cosechadora; para protegerse contra estas fugas debe inspeccionarse la combinada para verificar que todas las puertas de inspección de limpieza y de drenaje estén en posición apropiada y aseguradas firmemente.

#### 3.4. ALGUNOS TRABAJOS DE INVESTIGACIONES REALIZADOS SOBRE PERDIDAS EN COSECHA CON COMBINADA

En investigaciones por Goss et al, en 1958, (10), para

analizar las características de rendimiento de cosecha con combinada en cebada se encontró lo siguiente:

- Una relación excesivamente alta de la velocidad de molinete, causa pérdida grandes en el cabezal. Cuando se aumenta el efecto trillador bien por incremento de la velocidad del cilindro o por la disminución de la abertura cilindro-cóncavo, hay reducción sustancial en las pérdidas de las semillas sueltas en el sacapaja y en el total de las semillas pérdidas.
  
- En cosecha bajo condiciones ambientales cálidas y secas, la abertura cilindro-cóncavo sería relativamente pequeña y la velocidad del cilindro relativamente alta; sin embargo algunas veces no es así.

También en experimento llevados a cabo en soya, observaron que las pérdidas pre-cosecha son bajas, si se comienza a cosechar cuando llega el cultivo a una humedad del 13%, en cambio si se demora la cosecha y hay tiempo húmedo y seco alternado, las pérdidas precosecha pueden llegar hasta un 25%, en lo cual incide también la velocidad de avance de la combinada.

Cárdenas y Herrera. 1975 (5), en estudio llevado a cabo para reducir pérdidas en la cosecha de arroz, concluyeron que:

Las pérdidas en la máquina con funciones de múltiples variables independientes, la humedad relativa y la humedad del grano son los factores que más influyen sobre las pérdidas, el mayor porcentaje de pérdidas se presentan en la separación y limpieza, el menor en el cabezote, el valor promedio de las pérdidas fue del 7.17%. Se encontró que el rango óptimo de la humedad del grano para la recolección fue el 22 al 23.5% base húmeda.

### 3.5. METODOS PARA DETERMINAR PERDIDAS DE COSECHA CON COMBINADA

Los varios métodos están basados en el conteo, en una área determinada de granos sueltos, en vainas o espigas desprendidas o parcialmente trilladas, que caen en el suelo antes de la cosecha y en la cosecha, las pérdidas de cosecha se les separa en las de cabezal, trilla, separación y limpieza.

Siemens e Hiring (23) Proponen el siguiente método para

medir pérdidas, en cosecha de soya:

- Con un cordel y cuatro piquetes se demarca un área de 1 m cuadrado, cuyo largo es el ancho de una barra de corte.
- Cuarenta granos de soya que se encuentran dentro del marco de  $1m^2$  equivale a 148 kg/ha de grano de pérdida
- Procedimiento: se pone a trabajar la máquina en un lugar distante de los bordes del cultivo. Se detiene y se desatasca levantando el cabezal y parando su funcionamiento, luego se hace retroceder de 5 a 6 mts. Después se pone el marco detrás de la combinada y se cuentan los granos dentro de él, incluyendo granos sueltos y en vainas; el total se divide por 40 y se multiplica por 148. El resultado será el total de pérdidas en kg/ha que incluyen tanto las de precosecha como las de cosecha. Si las pérdidas están alrededor del 3% se continua cosechando, en caso contrario se determina pérdidas de pre-cosecha colocando el marco adelante de donde llegó la combinada y haciendo conteo de granos como ya se indicó en la obtención de la pérdida total.

Posteriormente se restan las pérdidas pre-cosecha

a las totales para determinar las ocurridas en la cosecha. Si estas últimas pérdidas son muy altas, el marco se colocará adelante de la máquina sobre los surcos cortados, pero donde no ha caído tamo. Se cuentan los granos dentro del marco, se le restan los precosecha, se dividen por 40 y se multiplican por 148. El resultado son las pérdidas en el cabezal en kg/ha. Las pérdidas en trilla, separación y limpieza se encuentran restando a las pérdidas de cosecha las del cabezal.

Griffin, 1973, (11), plantea un método similar al anterior para diferentes cultivos, con estas variantes: para encontrar pérdidas pre-cosecha, en el cabezal se coloca un marco que ocupa un área de un pie cuadrado, los granos dentro del área se comparan con una tabla, que da el número de granos en esta área que igualan a un bushel por acre: 13 a 19 granos de sorgo y 4 a 5 granos de soya.

Dice que las pérdidas típicas en el cabezal para cosecha de granos medianos, cuando la máquina está ajustada y bien manejada es de 0.5 a 2% del

rendimiento total, en frijol soya es de 10 a 15%.

Para las pérdidas en trilla se usa el mismo marco, pero colocando dentro del área por donde pasó el separador de la máquina, o sea donde cayó tamo trillado. Se cuenta solamente los granos en espigas parcialmente trilladas. Con el dato del número de granos se va a una tabla, que da el número de ellos equivalentes a determinados bushel/acre, dato determinado por el ancho del separador y de la barra de corte. un promedio típico de pérdidas en la unidad de trilla es de 0.5 a 1% del rendimiento.

Para encontrar las pérdidas en los sacapajas y la zapata de limpieza, se coloca el marco detrás de la máquina, dentro del sector por donde pasó el separador y se cuenta solamente los granos sueltos dentro del marco, al dato encontrado se le resta el de precosecha y el del cabezal. El número resultante será las pérdidas en los sacapajas y la zapata de limpieza. Las pérdidas en estos sistemas deberán ser inferiores al 1% del rendimiento.

La John Deere 955 R. Combine 1976, da un método para para hallar unicamente los porcentajes de pérdidas

totales. Consiste en encontrar los granos dentro de determinada área delimitada por un marco de alambre, cuyo largo son de 30 cmts., y el ancho es el de un sacapaja. Con el marco se encuentran las pérdidas del grano atrás de la combinada dentro del área por donde paso el separador. El resultado, multiplicado por el número de sacapajas, da las pérdidas totales del grano, con la cifra obtenida se consulta una tabla, la cual indica el peso en gramos de estos granos.

Con el peso en gramos se va un diagrama; en el cual se encuentra el porcentaje de pérdidas totales, al relacionarlo con la producción por hectárea y el ancho de la barra de corte.

### 3.6. PROCEDIMIENTO PARA ENCONTRAR PERDIDAS EN COSECHA CON BASE EN CONTEO DE GRANOS CAIDOS EN EL SUELO

- Según John Deere (14), el procedimiento consta de:

Determinación del número de semillas por unidad de peso de la especie a estudiar.

A continuación, se indica el número de granos por

kilógramo que dan diferentes bibliográficas para arroz, cebada, soego y soya. (Ver tabla).

En sorgo y arroz se aprecia que hay tres tamaños:peaqueños, mediano y grande. En soya dos: pequeño y grande en cambio en cebada el tramaño de la semilla es más o menos constante.

C U L T I V O	GRANOS POR KILOGRAMO
Arroz	32.941
Arroz	61.832
Arroz	39.215
Cebada	25.988 a 29.956
Cebada	29.915
Cebada	29.650
Sorgo grano pequeño	50.000
Sorgo grano mediano	35.000
Sorgo grano grande	27.500
Sorgo	52.423
Soya grano pequeño	12.995
Soya grano grande	5.995

3.6.1. Cálculo del número de semillas para un área de muestreo: Con base en el número de semillas por unidad de peso, se calcula el número de semillas que corresponden al área de muestreo (un metro o un pie cuadrado), haciendo la suposición de que las semillas en una unidad de peso fueran esparcidas en un hectárea o en un acre.

3.6.2. Obtención de pérdidas en kilos o hectólitros por hectárea o bushel por acre: Con base en el dato del número de semillas por unidad de peso y el de conteo efectuado en el campo, se calculan las pérdidas en kilos, hectólitros o bushel se toma como base el peso volumétrico aproximado en gramos, aprobado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Tal peso para arroz, cebada, sorgo y soya, es respectivamente, 45, 48, 50 y 60 libras/bushel.

#### 4. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1. LOCALIZACION

La presente investigación se llevó a cabo, en lotes comerciales ubicados en la localidad de Pompeya y en la región del Ariari, en el Departamento del Meta.

La toma de datos se realizó en los meses de diciembre y enero de 1990, que corresponden a la época de recolección de la cosecha B de 1990.

##### 4.2. TRABAJO DE CAMPO

Los parámetros que se tomaron en cuenta serán los siguientes:

Pérdidas precosecha (naturales) en el terreno, para luego descontarlas de las pérdidas totales.

Pérdidas en el cabezote, son las ocasionadas por el

molinete, barra de corte, sinfín de la plataforma y otros componentes del sistema de corte y alimentación de la combinada.

Pérdida de trilla, ocasionada por el cilindro.

Pérdida que se presenten en la unidad de separación y limpieza.

4.2.1. Determinación de la humedad del grano: para este fin se tomarón muestras de diferentes lotes, estando la combinada en movimiento. Dicha muestra se tomó en los lugares evaluados y su humedad fué determinada en los laboratorios del IDEMA.

4.2.2. Obtención de la altura de las plantas y altura de carga: estas se tomarón del promedio de varias mediciones, en sitios donde las plantas representen el estado de la mayor parte del cultivo. Se tomó la altura total y la altura de carga.

4.2.3. Velocidad de trabajo en la combinada: se puso a trabajar la combinada, en un lugar donde la topografía y el estado general del cultivo sean similares a la mayor parte del área. Para lo cual se dejó correr una distancia no inferior a 100 m, determinando esta

forma el tiempo gastado.

4.2.4. Métodos para la determinación de pérdida en cosecha directa: para encontrar las pérdidas de granos se utilizará el método cuyo procedimiento se anota a continuación, teniendo en cuenta los conceptos de Griffin, Siemens y los indicados en el libro de la John Deere.

#### Procedimiento

Se hizo funcionar la combinada en 50 m, o sea en la distancia de la parcela experimental.

Se dejó desatascar la máquina y se retrocedió unos seis metros. Seguidamente se demarcó atrás de la máquina en sitios diferentes, una área de 1 m cuadrado, cuyo largo fué el ancho de la barra de corte de la combinada. Dentro del área indicada se contarón por separado granos sueltos en el suelo y granos en las vainas.

Todos los granos, tanto en las vainas como los sueltos caídos en el suelo, constituyeron las pérdidas totales del cultivo. De los datos tomados en las observaciones se sacó el promedio.

Posteriormente se demarcó el metro cuadrado también por varias veces, dentro del cultivo en zona no cosechada adelante de la combinada y se contaron por separado los granos sueltos y los que se encontraron en vainas caídas en el suelo. El promedio de todos los granos contados en las observaciones constituyeron las pérdidas en precosecha.

Finalmente se demarcó la misma área de 1 metro cuadrado, por varias veces adelante de la combinada en el área cosechada y se contó por separado granos en las vainas y sueltos en el suelo. EL promedio de la suma de los granos contados en las observaciones, consituyó las pérdidas en el área cosechada osea la debida al cabezal de la máquina.

4.2.5. Relaciones que se establecerán para hallar las pérdidas: Mediante las siguientes relaciones se determinaron las pérdidas, según las categorías establecidas atrás:

Pérdidas en cosecha= pérdida total- pérdida precosecha.

Pérdida en el cabezal= pérdida en el área segada adelante de la máquina - pérdidas precosecha.

Pérdida dentro de la máquina = pérdida en cosecha - pérdida en el cabezal.

Las pérdidas en trilla, separación y limpieza constituyen, las pérdidas dentro de la máquina para diferenciarlas se procederá de las siguiente manera:

Pérdida en trilla: las constituyen granos en vainas encontrados atrás de la máquina, granos encontrados también en vainas en el área segada adelante de la máquina.

Pérdidas en separación y limpieza: formadas por granos sueltos encontrados atrás de la máquina, granos sueltos del área segada adelante de la máquina.

4.2.6. Determinación de la producción bruta: se hicieron muestreos en sitios diferentes de un metro cuadrado: éstos se realizaron totalmente al azar en las parcelas experimentales y se recolectaron manualmente las vainas. El peso promedio de éstas mediciones representó la producción bruta del área de estudio.

4.2.7. Equipo utilizado: se utilizó la combinada

Zmag de fabricación yugoslava y además se utilizarón los siguientes implementos:

Balanza

Tacómetro

Medidor de humedad

Crónometro

Cinta Métrica

Piquetes

Piola

Bolsas Plásticas

Tiquetes para identificar bolsas

Rollos fotográficos

#### 4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico aplicado en el presente experimento fué el de bloques al azar, tomando como tratamiento tres condiciones de ajuste de la combinada así:

Condición (1). Ajuste que trae la máquina del anterior cultivo recolectado (arroz y sorgo).

Condición (2). Ajuste recomendado por el manual.

Condición (3). Ajuste hecho en campo por los investigadores, teniendo en cuenta las condiciones del cultivo.

Para cada condición o tratamiento habrá una parcela, replicada en tres bloques al azar para un total de nueve tratamientos.

Las parcelas tendrán una longitud de 50 m, por un ancho igual al de la barra de corte.

#### 4.4. VARIABLES

##### 4.4.1. Independientes

- Altura de Corte
- Abertura entre el cilindro-cóncavo
- Revoluciones por minuto del cilindro
- Velocidad del molinete
- Altura de carga de la planta
- Velocidad de la combinada

##### 4.4.2. Dependientes

- Pérdidas
- Producción

#### 4.4.3. Intervinientes

- Variedades
- Condiciones del cultivo, (humedad del grano, densidad).
- Condiciones del suelo, con macro o micronivelación del terreno.
- Sistema de siembra (surco-voleo)

#### 4.5. HIPOTESIS

De las graduaciones recomendadas en el Manual Técnico y las realizadas por el operador de campo, según sea el grado de pérdidas en uno u otro, se establecerá una tercera graduación de la misma máquina, ya sea por exceso o por defecto en las partes mencionadas de las unidades de corte, recolección y trilla, teniendo en cuenta que la velocidad de la combinada sea la ideal, las condiciones del suelo óptimas y las características climatológicas adecuadas, se disminuirán de esta manera las pérdidas por cosecha mecanizada en soya en el Departamento del Meta.

## 5. DATOS PRELIMINARES DE CAMPO

## 5.1. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA AL VOLEO

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE CORTE Y ALIMENTACION

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano Suelto	9.662	8.362	11.232	8.302	10.922	10.822
Grano en Vaina	16.082	9.081	22.272	9.082	14.682	11.042

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE TRILLA SEPARACION Y LIMPIEZA

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano suelto	6.862	9.842	9.662	8.232	10.702	6.332
Grano en Vaina	13.672	12.342	20.462	12.262	14.332	11.482

s.a. Sin Ajuste  
c.a. Con Ajuste

Los datos están expresados en gramos

5.2. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD FUENTE DE ORO SIEMBRA EN SURCO

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE CORTE Y ALIMENTACION

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano Suelto	5.420	4.630	4.960	4.400	4.020	3.550
Grano en Vaina	12.360	11.680	15.060	13.990	12.750	11.420

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE TRILLA SEPARACION Y LIMPIEZA

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano suelto	18.840	17.140	19.640	18.510	17.610	15.620
Grano en Vaina	26.720	24.050	16.520	29.650	16.520	15.770

s.a. Sin Ajuste  
c.a. Con Ajuste

Los datos están expresados en gramos

5.3. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA AL VOLEO

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE CORTE Y ALIMENTACION

	<u>REPETICION No.1</u>	<u>REPETICION No.2</u>	<u>REPETICION No.3</u>
	<u>s.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>s.a.</u>
	<u>c.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano Suelto	8.641	10.312	9.742
Grano en Vaina	14.321	18.842	12.041
		8.104	7.048
		14.712	10.081

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE TRILLA SEPARACION Y LIMPIEZA

	<u>REPETICION No.1</u>	<u>REPETICION No.2</u>	<u>REPETICION No.3</u>
	<u>s.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>s.a.</u>
	<u>c.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano suelto	7.842	8.321	12.801
Grano en Vaina	12.721	18.486	14.319
		7.231	10.021
		14.391	11.218

s.a. Sin Ajuste  
c.a. Con Ajuste

Los datos están expresados en gramos

5.4. DATOS DE CAMPO LOCALIDAD POMPEYA SIEMBRA EN SURCO

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE CORTE Y ALIMENTACION

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano Suelto	5.320	4.710	4.890	4.120	4.710	3.980
Grano en Vaina	10.820	9.740	12.710	10.420	13.910	9.340

PERDIDAS EN LA UNIDAD DE TRILLA SEPARACION Y LIMPIEZA

	<u>REPETICION No.1</u>		<u>REPETICION No.2</u>		<u>REPETICION No.3</u>	
	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>	<u>s.a.</u>	<u>c.a.</u>
Grano suelto	17.750	14.220	18.420	16.410	16.420	14.340
Grano en Vaina	24.020	19.310	30.040	24.380	15.010	12.390

s.a. Sin Ajuste  
c.a. Con Ajuste

Los datos están expresados en gramos



6.2. DATOS DE LOS AJUSTES REALIZADOS A LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA COMBINADA EN LA LOCALIDAD DE POMPEYA EN SURCO

UNIDAD DE CORTE Y ALIMENTACION

MOLINETE:                   s.a.:       27 rpm  
                                   c.a.:       15 rpm

UNIDAD DE TRILLA

CILINDRO:                   s.a.:       700 rpm  
                                   c.a.:       500 rpm

SEPARACION  
 CILINDRO-CONCAVO:

                          s.a.:       3.0 cm  
                           c.a.:       2.5 cm

VELOCIDAD DE AVANCE DE LA COMBINADA

                          s.a.:       15.4 Km/h  
                           c.a.:       7.2 Km/h

s.a. Sin ajuste  
 c.a. Con ajuste





## 7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 7.1. LOCALIDAD POMPEYA

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 1), se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los sistemas de siembra (surco y voleo) para la pérdida de grano suelto en la unidad de corte, además se presentaron diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los tipos de ajuste.

Como se puede observar en la tabla 2, la pérdida de grano suelto en la unidad de corte (cosecha) es mayor bajo el sistema de siembra al voleo que en el sistema de surco, ya que el primero supera al segundo en 37.6 kg/ha (21.2% con respecto al ajuste tradicional) las pérdidas de grano suelto (Tabla 3). Las pérdidas de grano en vaina producidas en la unidad de corte, no presentaron diferencias significativas entre los sistemas de siembra ni entre los tipos de ajuste comparados.

Para la unidad de trilla se obtuvieron diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los sistemas de siembra para las pérdidas de grano suelto y en vaina. Los tipos de ajuste no afectaron significativamente estas pérdidas.

Como se puede observar en la tabla 2 el sistema de siembra en surcos presentó mayores pérdidas totales de grano suelto y en vaina que el sistema de siembra al voleo, con diferencias de 74.4 y 73.1 kg/ha respectivamente, dichas diferencias equivalen al 84.4% y 53.9% de las pérdidas presentadas bajo el segundo sistema de siembra.

Al considerar la pérdida total de grano en la unidad de corte (grano suelto + grano en vaina) se presentaron diferencias significativas entre los sistemas de siembra ( $\alpha = 0.01$ ) y entre los tipos de ajuste ( $\alpha = 0.05$ ) mientras que la pérdida total de grano en la unidad de trilla solo fue afectada significativamente ( $\alpha = 0.01$ ) por el sistema de siembra (tabla 4).

Como se aprecia en la tabla 5, en sistema de siembra al voleo se presentaron las mayores pérdidas totales en la unidad de corte, mientras que la situación fue inversa en la unidad de trilla. En la unidad de corte el sistema al voleo mostró una diferencia respecto al

sistema en surco de 62.9 kg/ha, (39.6%). En la unidad de trilla la diferencia del sistema en surco sobre el sistema al voleo fue de 147.5 kg/ha, (65.8%).

En cuanto a los tipos de ajuste, el propuesto presentó menores pérdidas que el tradicional con una diferencia del 40.7 kg/ha, equivalente al 19.3% de las pérdidas producidas por el ajuste tradicional (tabla 6).

Al considerar la pérdida total producidas en la combinada (unidad de corte + unidad de trilla), se encontraron diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los sistemas de siembra y los tipos de ajustes (tabla 4).

En cuanto a los sistemas de siembra el de surcos mostró las mayores pérdidas totales, superando al de voleo en 84.6 kg/ha (tabla 5). Para los tipos de ajuste, el presupuesto produjo 99.6 kg/ha menos de pérdida que el sistema tradicional.

Al combinar el análisis de varianza para las dos unidades de la combinada (corte y trilla), se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de siembra, el tipo de ajuste y las unidades de la combinada, así como en la interacción sistema de siembra-unidad

( $\alpha = 0.01$ ), para las pérdidas de grano suelto, así como para las pérdidas totales (U. corte + U. de trilla). Las pérdidas de grano en vaina presentaron los mismos resultados con la diferencia de que en éstas el sistema no mostró efectos significativos. (Tabla 7).

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede argumentar que los factores sistemas de siembra y unidad de la combinada, no afectan independientemente las pérdidas de grano suelto, en vaina y totales (grano suelto + grano en vaina) sino que interactúan como se puede observar en la tabla 8, las mayores pérdidas de cosecha de grano suelto, grano en vaina y grano total se presenta bajo el sistema de siembra en surco con la unidad de corte. Las pérdidas de grano en vaina y las totales no presentaron diferencias significativas para las otras tres combinaciones de estos factores.

En general, el ajuste tradicional produjo mayores pérdidas de grano suelto, en vaina y total que el propuesto, con diferencias del 18.2, 31.7 y 49.9 kg/ha respectivamente, equivalentes al 17.4%, 19.3% y 18.6%.

## 7.2. LOCALIDAD FUENTE DE ORO

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 1), se

detectaron diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ) entre los sistemas de siembra para las pérdidas de grano suelto (kg/ha) en la unidad de corte.

Para las pérdidas de grano en vaina hubo efectos significativos ( $\alpha = 0.01$ ) de los ajustes propuestos y de la interacción sistema de siembra por tipo de ajuste ( $\alpha = 0.05$ ).

El tipo de ajuste no afectó significativamente a la pérdida de grano suelto.

Como se aprecia en la table 2, la pérdida de grano suelto en la unidad de corte es mayor bajo el sistema de siembra al voleo que en el sistema de surco, ya que el primero supero al segundo en 53.0 kg/ha (12.0%).

El tipo de ajuste y el sistema de siembra no afectan independientemente a la pérdida de grano de vaina (tabla 2), como se puede observar, con el ajuste propuesto y bajo el sistema de siembra al voleo, se producen las mayores pérdidas en cosecha de grano en vaina en la unidad de corte.

En la unidad de trilla se obtuvieron diferencias

significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los dos sistemas de siembra para pérdida de grano suelto y en vaina. El sistema de siembra en surco, fue superior en cuanto a las pérdidas de grano suelto y en vaina en 92.8 kg/ha y 100.7 kg/ha respectivamente, al sistema de siembra al voleo. No hubo diferencias significativas entre los tipos de ajuste para las pérdidas de grano en la unidad de trilla.

La pérdida total de grano (grano suelto + grano en vaina) en la unidad de corte (Tabla 4), presentó diferencias significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los sistemas de siembra, tipos de ajuste y en la interacción de estos dos factores ( $\alpha=0.05$ ) lo que indica que los sistemas de siembra y los tipos de ajuste no afectaron independientemente a esta variable.

Como se observa en la Tabla 5, la mayor pérdida de grano total en la unidad de corte se obtuvo en el sistema de siembra al voleo.

En la unidad de trilla se presentaron diferencias significativas entre los dos sistemas de siembra ( $\alpha=0.05$ ). Bajo el sistema en surco se obtuvieron 193.6 kg/ha, 85.3% más de la pérdida que en el sistema de

siembra al voleo (Tabla 5). Al concluir las pérdidas de grano totales producidas por la combinada, la situación fue similar al caso anterior, el sistema en surco superó en pérdidas totales al sistema al voleo, con una diferencia de 131.3 kg/ha (28.4%), dicha diferencia fue significativa ( $P = 0.01$ )

Al considerar las unidades de la combinada como fuente de variación dentro del análisis de varianza con el propósito de determinar su efecto, se encontraron diferencias significativas entre éstas para la pérdida de grano suelto, grano en vaina y grano total, pero este efecto no fue independiente, sino que interactuó con el sistema de siembra, prueba de ello es la significancia obtenida en el análisis para esta interacción (Tabla 7). Se efectuaron las pruebas de Tukey para esta interacción y se determinó que las mayores pérdidas se obtuvieron bajo el sistema de siembra en surco en la unidad de trilla (Tabla 8). Los tipos de ajuste afectaron independientemente de los otros factores, la pérdida de grano (Tabla 7); nuevamente el propuesto mostró las menores pérdidas de grano (suelto en vaina y total), con diferencias de 11.4 kg/ha, 37.7 kg/ha y 49.2 Kg/ha para grano suelto, en vaina y total, correspondiendo a un ahorro con respecto al tradicional de 10.6%, 20.8% y 17.0% respectivamente.

## 8. CONCLUSIONES

- Se detectaron diferencias significativas en los dos sistemas de siembra (surco y voleo) para las pérdidas de grano en la unidad de corte, así como en los tipos de ajuste trabajados.
- La pérdida de grano suelto en la unidad de corte es mayor en el sistema al voleo con respecto al sistema de siembra en surcos.
- Las pérdidas de grano en vaina no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de siembra pero si entre los ajustes trabajados.
- En la unidad de trilla se obtuvieron diferencias entre los sistemas de siembra para la pérdida de grano suelto y grano en vaina, es así como el sistema de siembra en surcos presentó mayores pérdidas con respecto al sistema al voleo.

- En el sistema de siembra al voleo se presentaron las mayores pérdidas en la unidad de corte, mientras que en el sistema al surco, las mayores pérdidas se presentaron en la unidad de trilla.
- Si analizamos las pérdidas totales producidas en la combinada se encuentran diferencias entre los sistemas de siembra y los tipos de ajuste.
- El sistema de siembra al surco mostro mayores pérdidas totales con respecto al sistema al voleo.
- Las mayores pérdidas de grano suelto en vaina y total se presentan bajo el sistema de siembra en surco en la unidad de corte.
- En general para las dos localidades el ajuste propuesto produjo menores pérdidas de grano que el ajuste tradicional.

## 9. R E C O M E N D A C I O N E S

- Es necesario instruir a los dueños y operarios de las combinadas ya sea por intermedio de cursos o días de campo, para que estos realicen una calibración adecuada de las combinadas.
- Es necesario que los técnicos y agricultores se hagan presentes el día de la cosecha, para que ellos mismos realicen su respectiva evaluación de pérdidas y así poder obtener un mayor beneficio del cultivo.
- Dado que las máquinas difieren en las recomendaciones sobre ajustes para los diferentes cultivos, se aconseja seguirlas inicialmente y revisar los resultados hasta encontrar algún problema. Se debe tener en cuenta que no todas las graduaciones que recomienda el manual funcionan en nuestro medio.
- Los ajustes se deden hacer en el campo durante la cosecha, hasta que esten funcionando correctamente

y se encuentran adaptados a las condiciones del cultivo.

- Se debe realizar un estudio más detallado que involucre únicamente la unidad de trilla con respecto a los sistemas de siembra (surco y voleo)
  
- Es necesario que las combinadas que se utilicen en el Departamento, para la recolección de soya estén en óptimas condiciones para así lograr una perfecta calibración y por consiguiente una correcta cosecha.

## ANALISIS ECONOMICO

En el semestre B de 1990 se sembraron en el Departamento del Meta aproximadamente 25.000 ha. de soya (Glycine Max), teniendo en cuenta los resultados de nuestra investigación el comportamiento económico para cada uno de los sistemas de siembra es el siguiente:

## LOCALIDAD POMPEYA

## SISTEMA AL SURCO

En 1 ha. se pierden 285 kg. que representados en dinero son: \$55.728, lo que significa que por cada 1.000 ha. que se siembren en el Departamento del Meta, los agricultores dejan de percibir \$55'728.000.oo

## SISTEMA AL VOLEO

En 1 ha. se pierden 220 kg. que representados en dinero son \$47.220, lo que significa que por cada 1.000 ha.

que se siembren en el Departamento del Meta, los agricultores dejan de percibir \$4'722.000.

#### LOCALIDAD FUENTE DE ORO

#### SISTEMA AL SURCO

En 1 ha. se pierden 289 kg. que representados en dinero son: \$62.424, lo que significa que por cada 1.000 ha. que se siembren en el Departamento del Meta, los agricultores dejan de percibir \$62'424.000.

#### SISTEMA AL VOLEO

En 1 ha. se pierden 218 kg. que representados en dinero son \$47.088, lo que significa que por cada 1.000 ha. que se siembren en el Departamento del Meta, los agricultores dejan de percibir \$47'088.000.

## B I B L I O G R A F I A

1. ALDANA M. José A. y ANGULO DEL C., Luisa Fernando. Evaluación de Pérdidas en cosecha de arroz con combinada en los Llanos Orientales. Tesis. Fac. de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional. 1982.
2. CHAPARRO, H. Chaparro, D. Análisis de Pérdidas en cosecha de sorgo realizada con combinada en el Departamento el Meta. Villavicencio. 1987.
3. CHAPARRO C. José M. Pérdidas de grano en la cosecha con combinada. Revista Latinoamericana ACOGRANOS. Año cuatro (4). Bogotá. 1982.
4. CHAPARRO CASTRO José. Curso de Educación Continuada, Curso de Extensión sobre Combinadas, Facultad de Ingeniería Publicaciones. Universidad Nacional de Colombia.

5. CARDENAS, M. Hector W. y HERRERA, C. Fabio 1975  
Ajuste para reducir pérdidas en la cosecha  
de arroz, según variedad. Tesis (Ingeniero  
Agrícola). Universidad Nacional de Bogotá.
6. CURSO DE EXTENSION. Administración Operación  
y Mantenimiento de Máquina Cosechadoras de  
Arroz. Universidad Tecnológica de los Llanos  
Orientales. Villavicencio. 1987.
7. DEVIA M., Jorge y ZEA P., José A. Evaluación de  
Pérdidas de grano en Cosecha de Arroz realizada  
en combinada. Tesis. Fac. de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Agrícola.  
Universidad Nacional. Bogotá. 1982.
8. FRANCOIS, M. et al. 1975 Arroz. Inra. Editora  
Científica Técnica la Habana Cuba.
9. GONZALEZ V., Ulises y MUÑOZ C., José A. Curso  
de Extensión sobre combinadas, Facultad de  
Ingeniería Publicaciones. Universidad Nacional  
de Colombia. 1989.

10. GOSS, R. Kepner R. and Jones, L. 1958, L. Performance.
11. GRIFFIN, G. 1973 Recolección con cosechadora; Fundamentos de Operación de la Máquina, Illinois, John Deere y Cia. P. 25, 47, 112, 157.
12. HYMOVTZ. Principios sobre las máquinas agrícolas AVI Publishing Co; Westpok, Connecticut 1972.
13. HUNT, Donell R. 1973 Farmpower and machinery managemet. 6 ed. Iowa, University press. p. 369. 400.
14. JOHN DEERE. 1973. Fundamentos de Operación de La Máquina. Recolección con Cosechadora, Moline, Illinois 61, 265, USA.
15. KAHN, Máquinas para agricultura mecánica, 1967, New York.
16. KEPNER, R. A. Et al 1975. Principes of farm Machinery, Second Edition. Publishing Co. Wesport, Connecticut, USA.

17. MANUAL DE INSTRUCCIONES. 1977. Cosechadora Clayson 1545. 1530. zedalgen, Bélgica. Clayson y compañía. p. 125.
18. MASSEY, Ferguson. 1982. Manual de Operador. Cosechadora MF 1630, MF 3.640 y MF. 5.650. Canoas Brasil.
19. MENDOZA, Rafael. 1975. Cosechadora combinada de grano en curso de arroz. (Bogotá).
20. PARK, J. and WEB. seed harvesting in the sputheast. Sout Carolina Agrícola experiment. Station, clenson Agricultura college. Bulletin 461. p. 38.
21. PINTO, R. S. y REYES T. 1979, Evaluación de pérdidas de grano en cosecha de arroz, Bogotá. pág. 88.
22. SMIT, H. R. y WILKES. L. H. 1979. Maquinaria y equipo agrícola. 6 ed. Barcelona. Ed. Omega. p. 349. 359.

23. WILLKINSON, R, and BRAUNBECK. 1977. Elementos de maquinaria agrícola. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. p. 119-167.

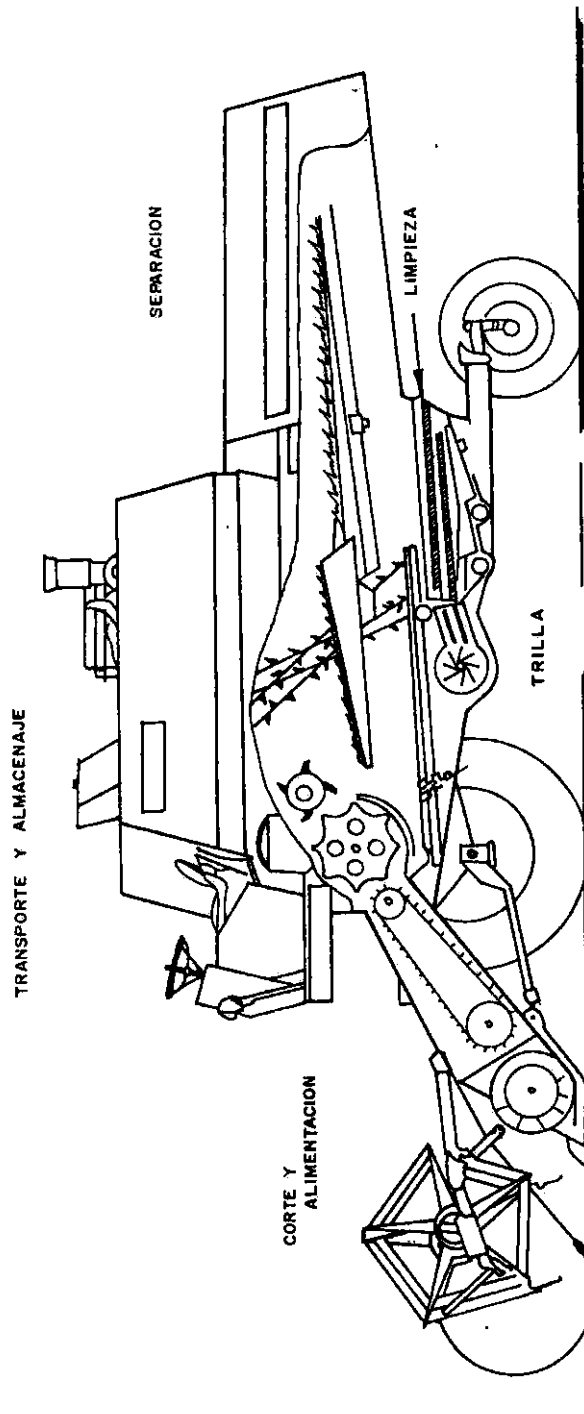


FIGURA 1 - ESQUEMA GENERAL DE LA COSECHADORA

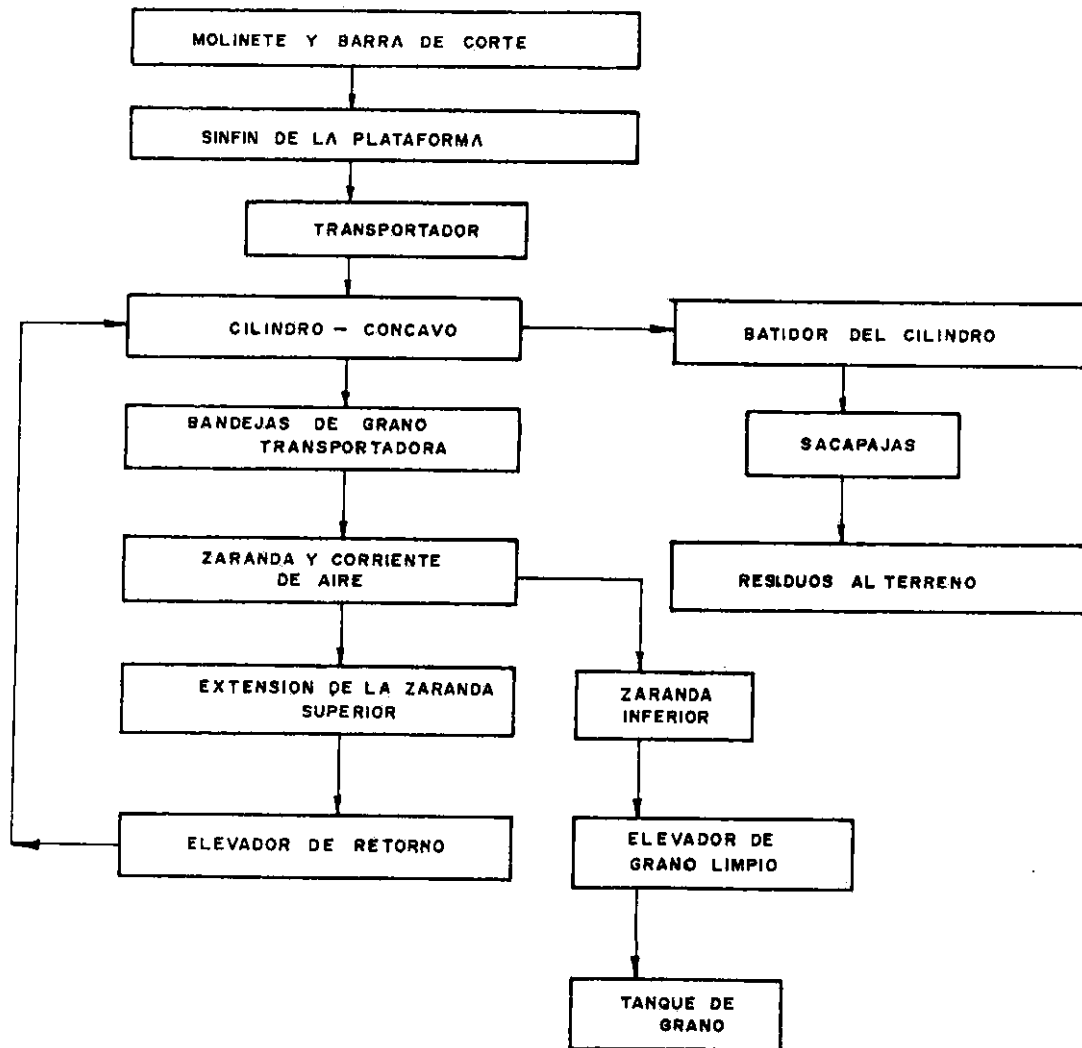


FIGURA 2 - DIAGRAMA DE FLUJO DE GRANO

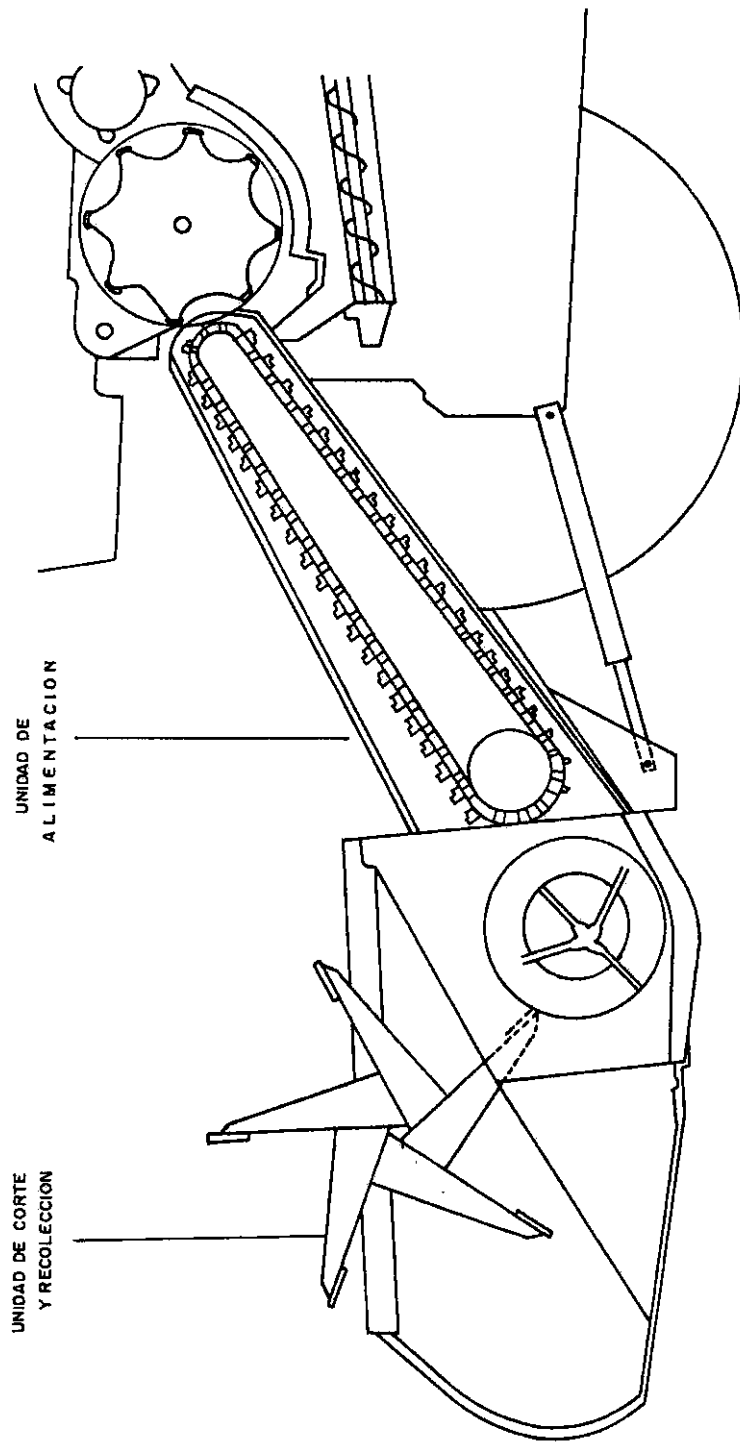


FIGURA 3.- CABEZAL DE LA COSECHADORA

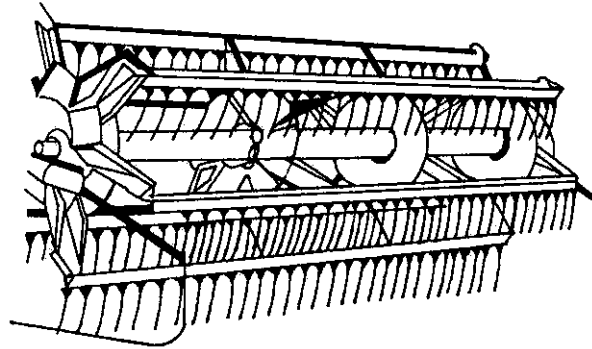


FIGURA 4.- MOLINETE DE GANCHOS (RECOGEDOR)

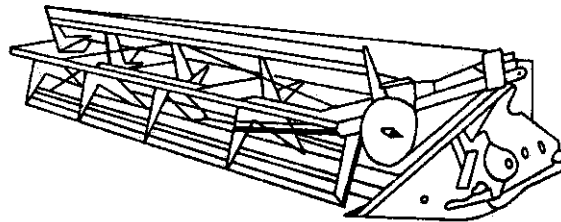


FIGURA 5.- MOLINETE DE TABLETAS

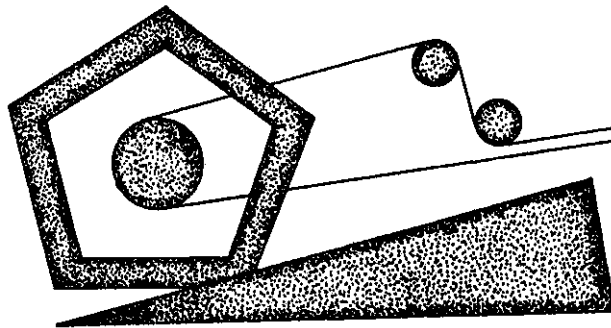
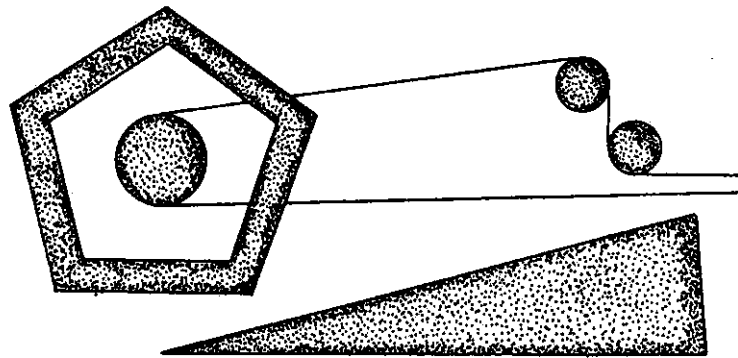


FIGURA 6 - UBICACION HORIZONTAL DEL MOLINETE

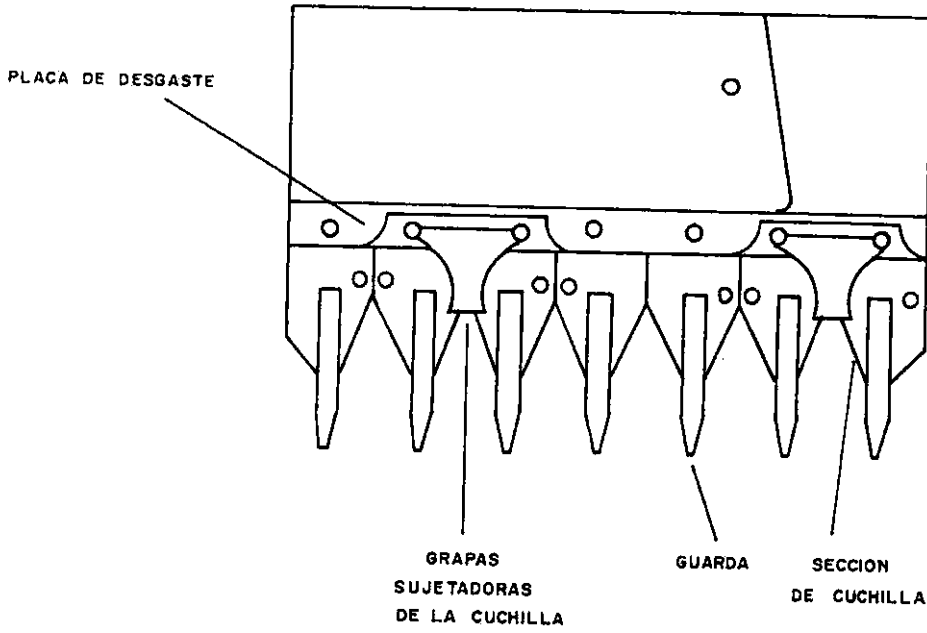


FIGURA 7- BARRA DE CORTE (2)

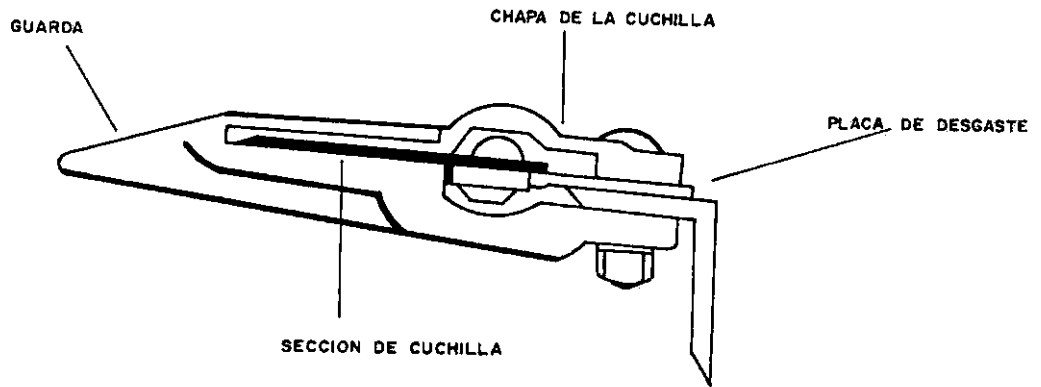


FIGURA 8.- SECCION TRANSVERSAL DE LA BARRA DE CORTE (2)

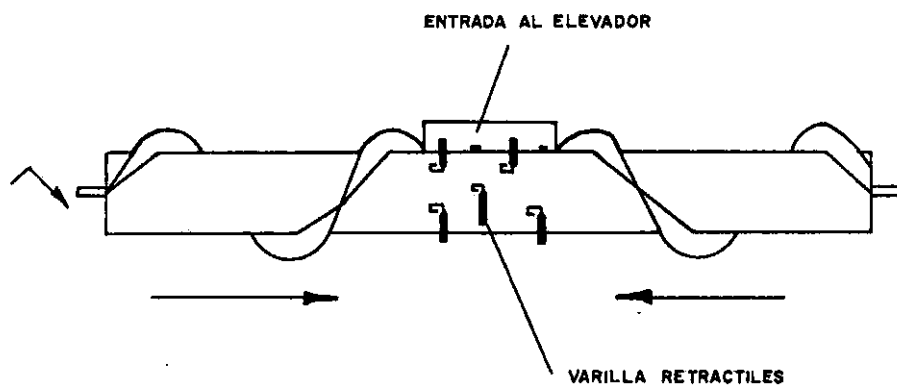


FIGURA 9.- SINFIN DE LA PLATAFORMA (10)

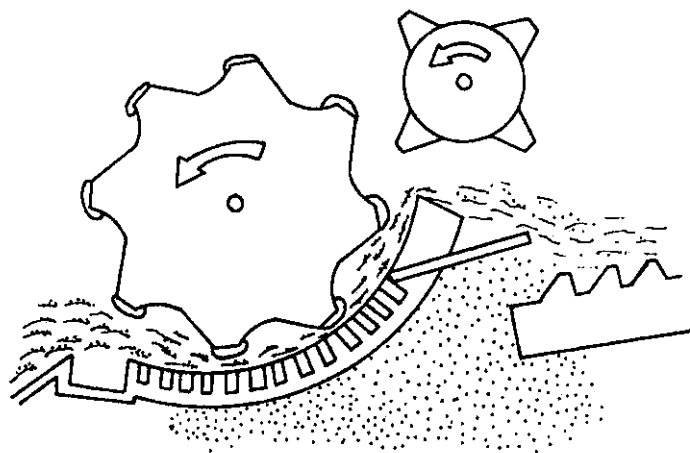


FIGURA 10- ACCION TRILLADORA DE CILINDRO Y CONCAVO

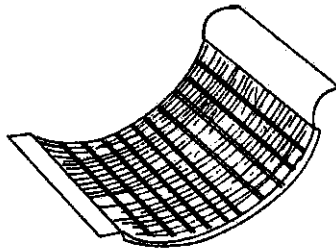
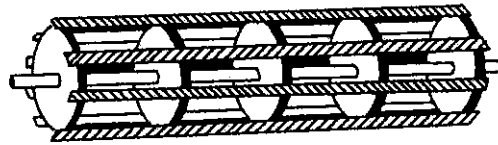


FIGURA 11- CILINDRO Y CONCAVO DE BARRAS.

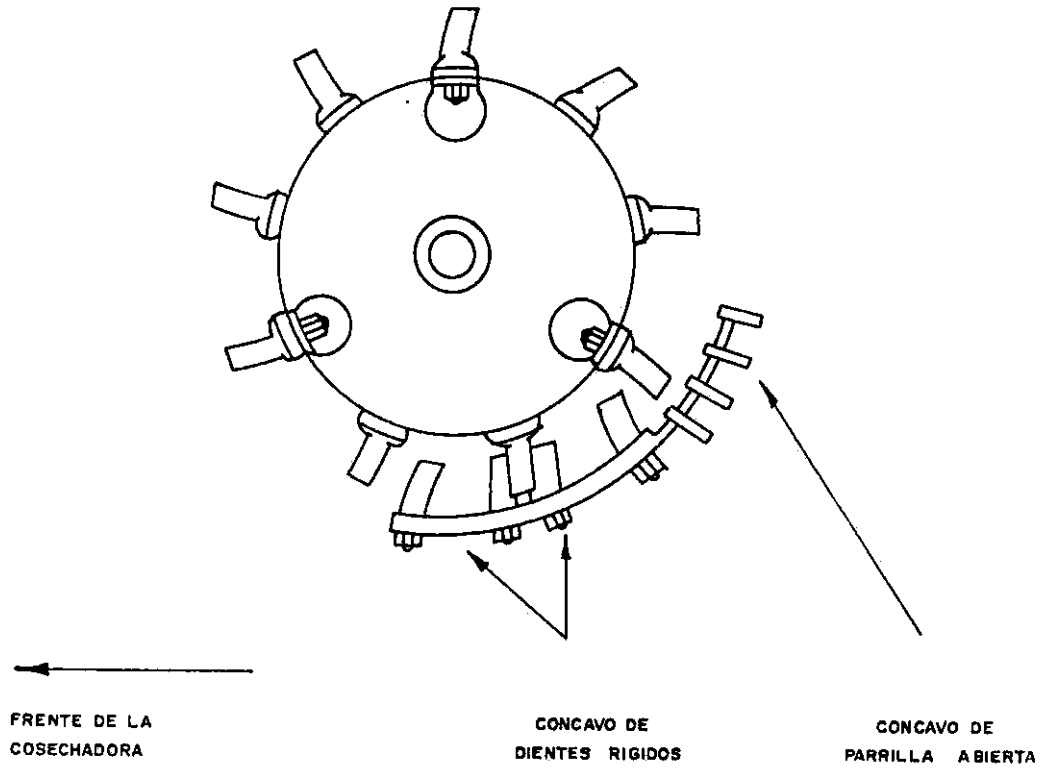


FIGURA 12- CONCAVO DE DIENTES RIGIDOS

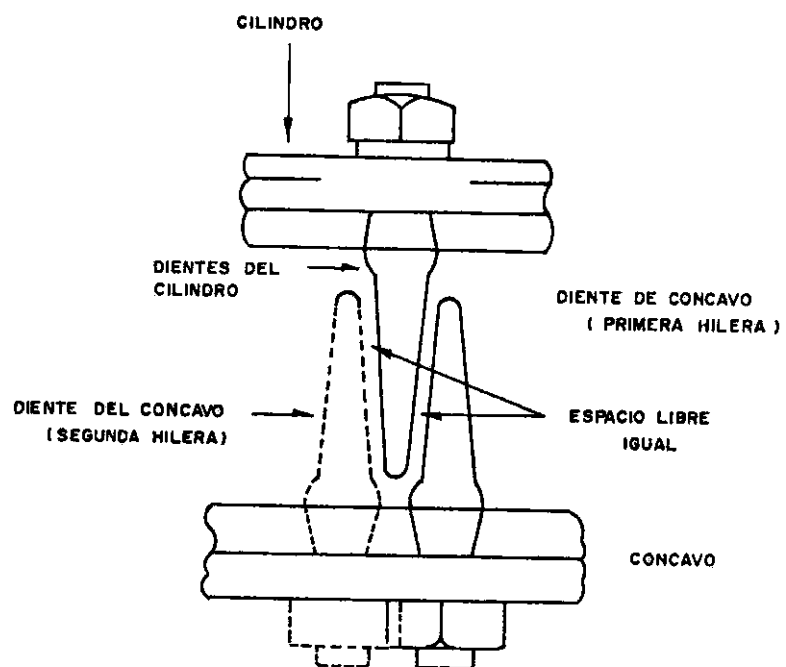
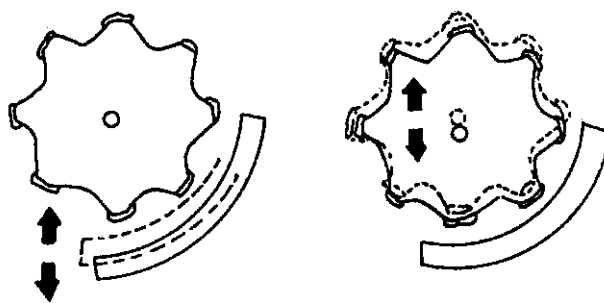


FIGURA 13- LOS DIENTES PASAN ENTRE LOS DIENTES ESTACIONARIOS



AJUSTES DE TIPO  
DE CONCAVO

( sólo el concavo se mueve  
hacia arriba y hacia abajo )

AJUSTES DE TIPO  
DE CILINDRO

( sólo el cilindro se mueve  
hacia arriba y hacia abajo )

FIGURA 14 - DOS METODOS DE AJUSTE DEL  
CILINDRO Y EL CONCAVO.

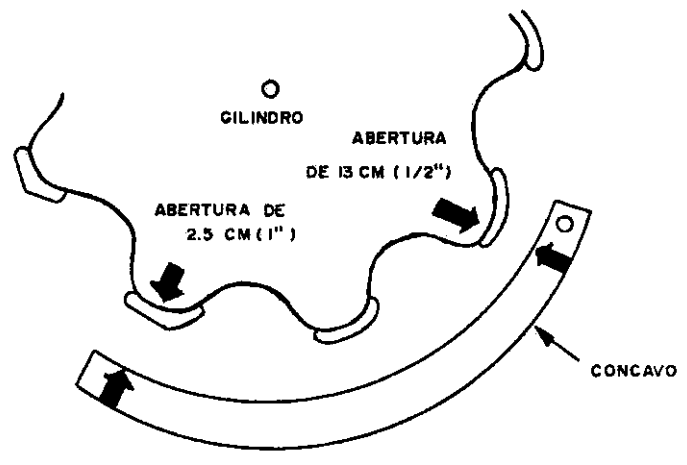
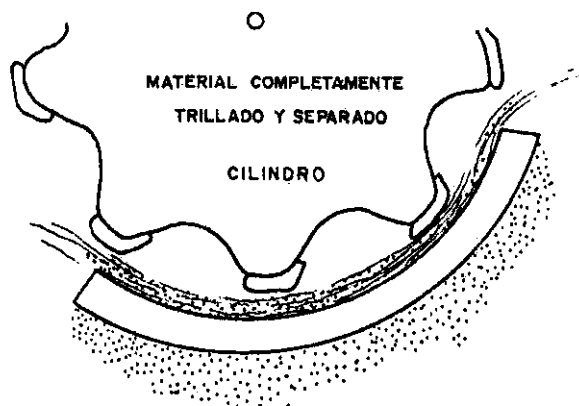
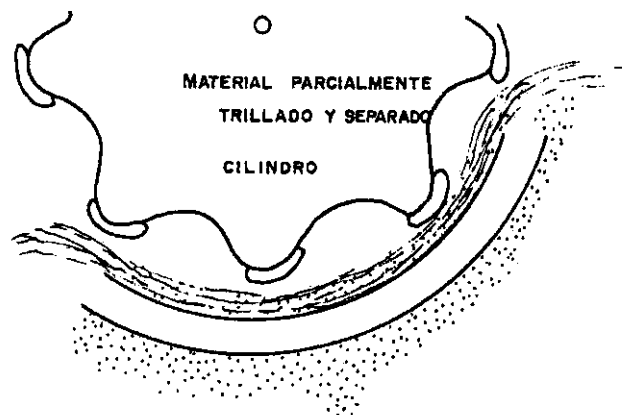


FIGURA 15- PROPORCIONES TIPICAS DE ESPACIAMIENTO DELANTERO Y TRASERO



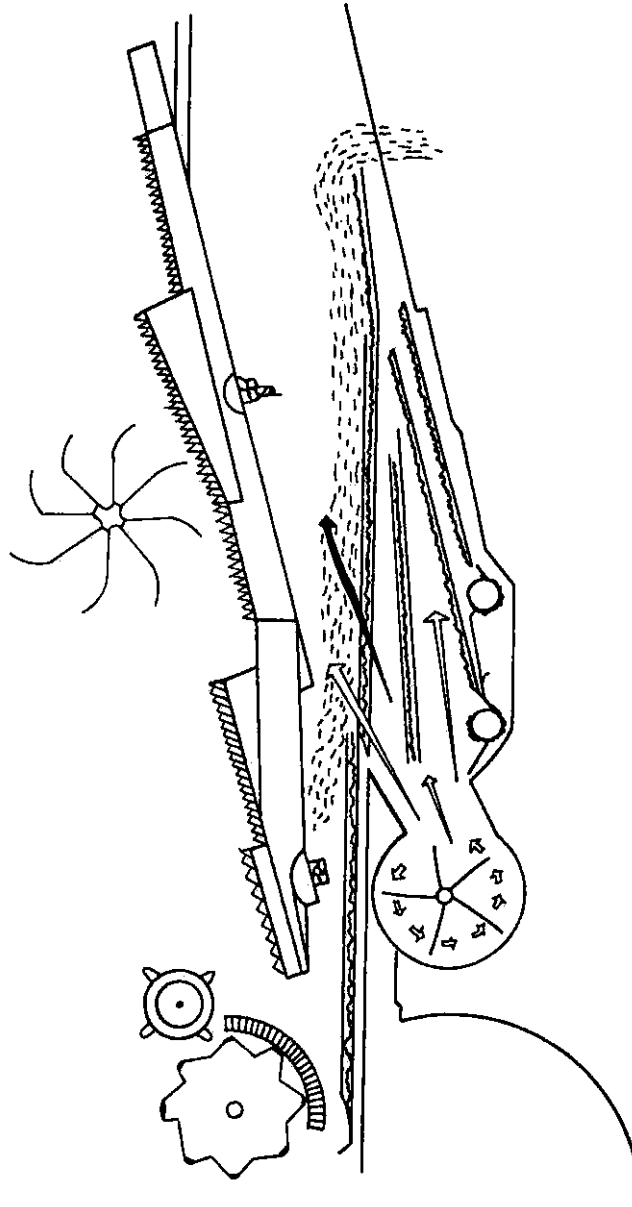
ESPACIAMIENTO ANGOSTO  
MEJOR ACCION TRILLADORA



ESPACIAMIENTO ANCHO  
ACCION TRILLADORA DEFICIENTE

FIGURA 16- ESPACIAMIENTO DEL CILINDRO Y CONCAVO.

REGLAJE DEL NUMERO DE REVOLUCIONES DEL VENTILADOR



SEPARACION

LIMPIEZA

FIGURA 17 - AIRE DEL VENTILADOR DEMASIADO FLOJO - LIMPIA PERMANENTE

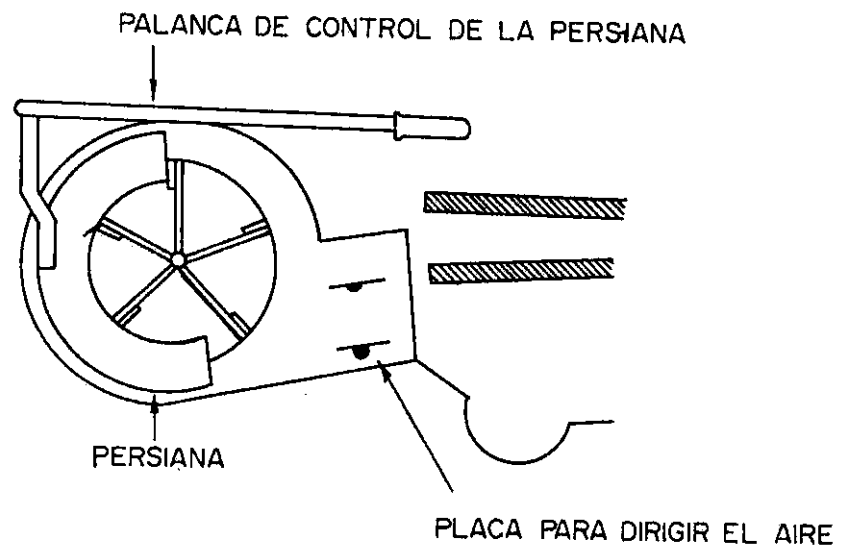


FIGURA 18 - PERSIANAS Y PLACAS DEL VENTILADOR PARA DIRIGIR EL AIRE.

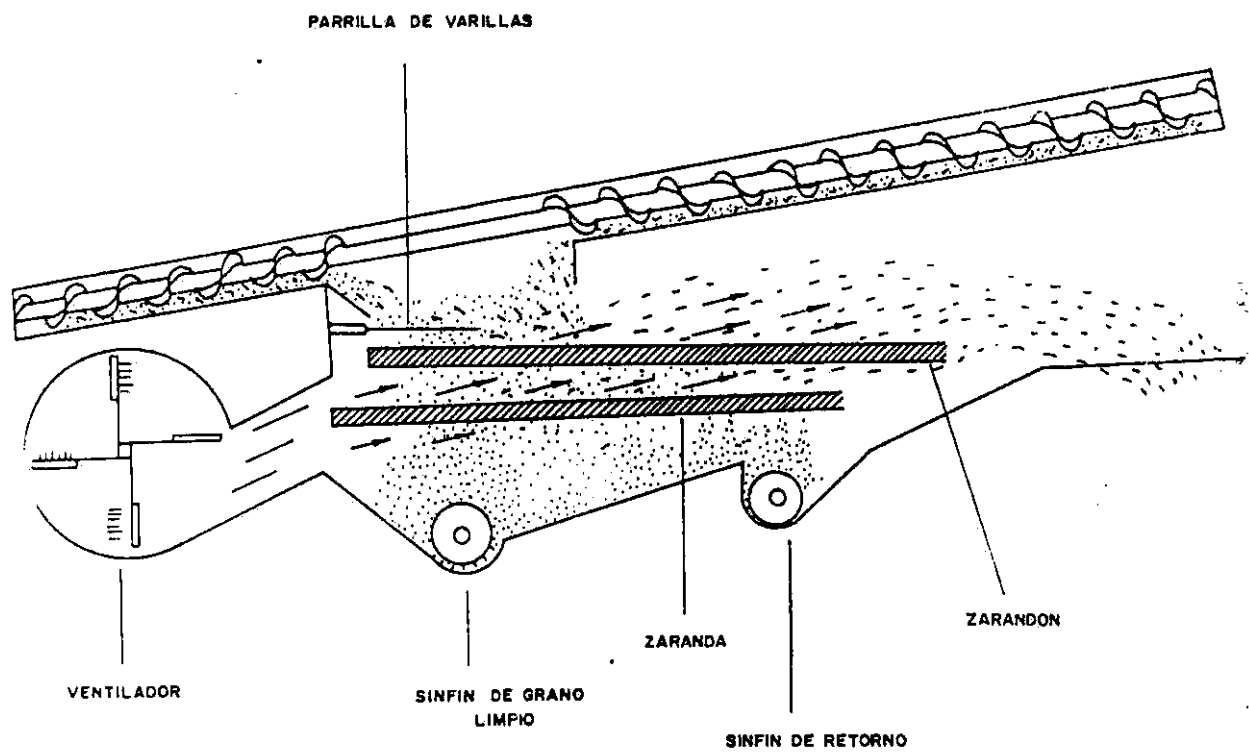


FIGURA 19 - OPERACION DEL ZARANDON Y DE LA ZARANDA

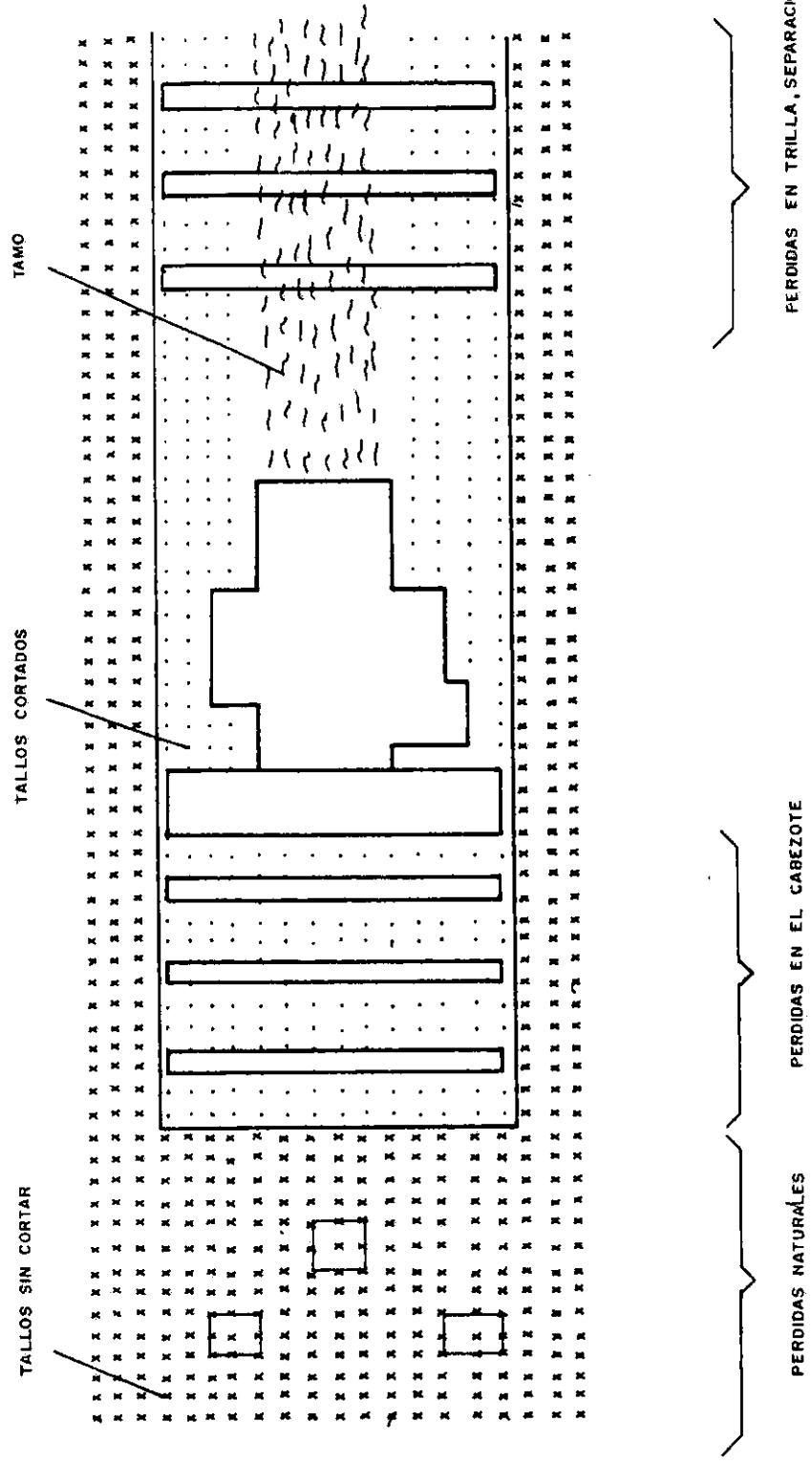
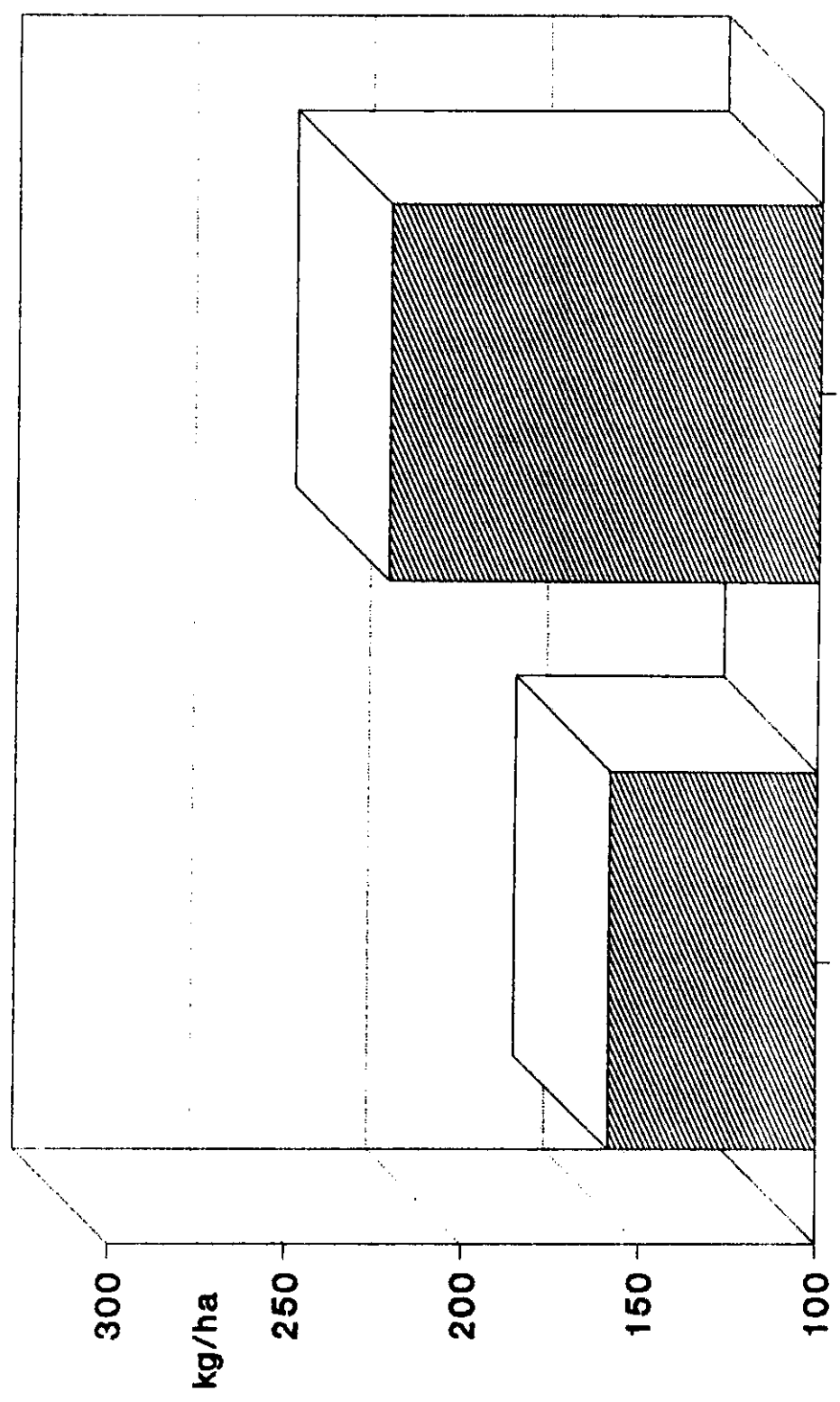
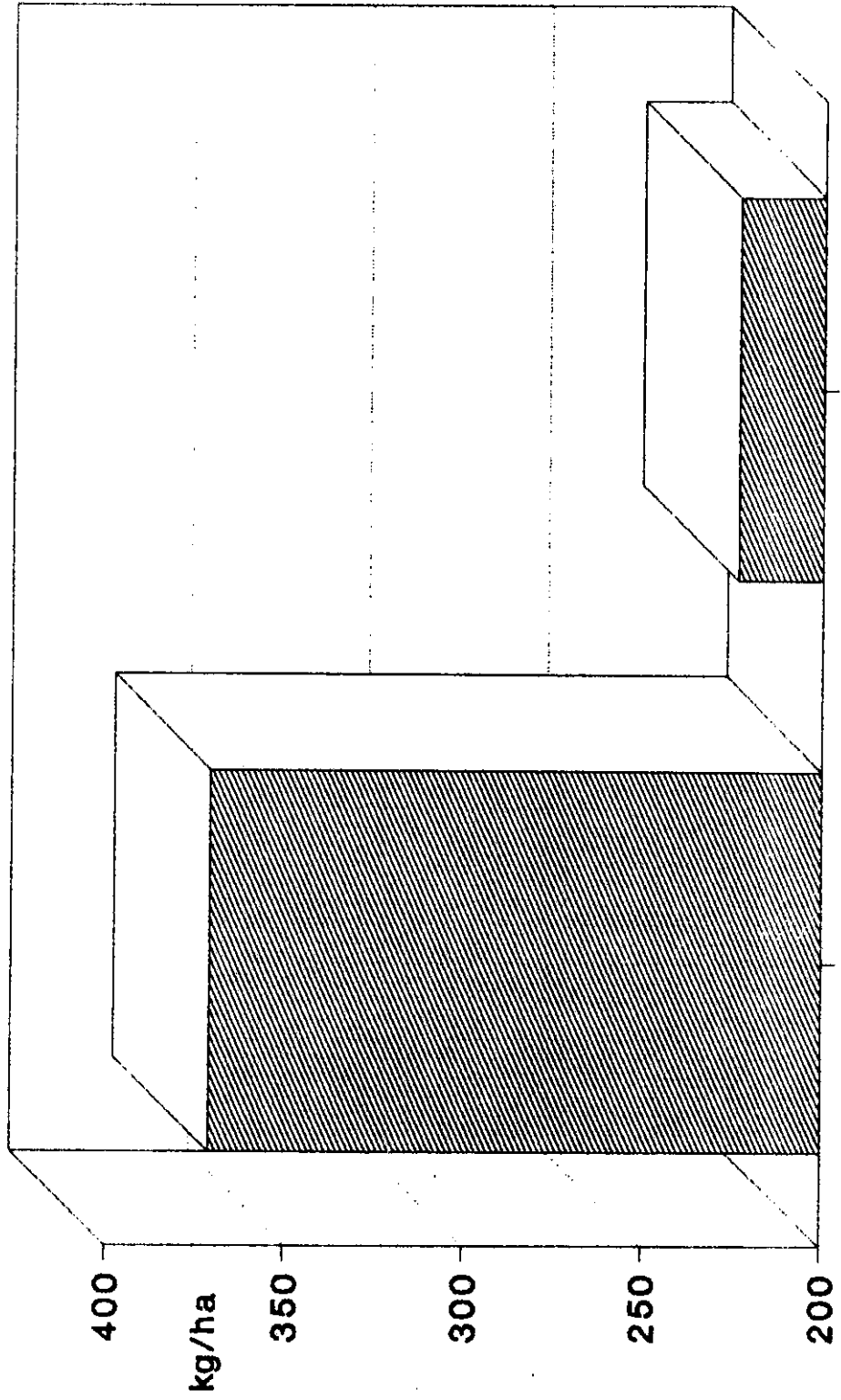


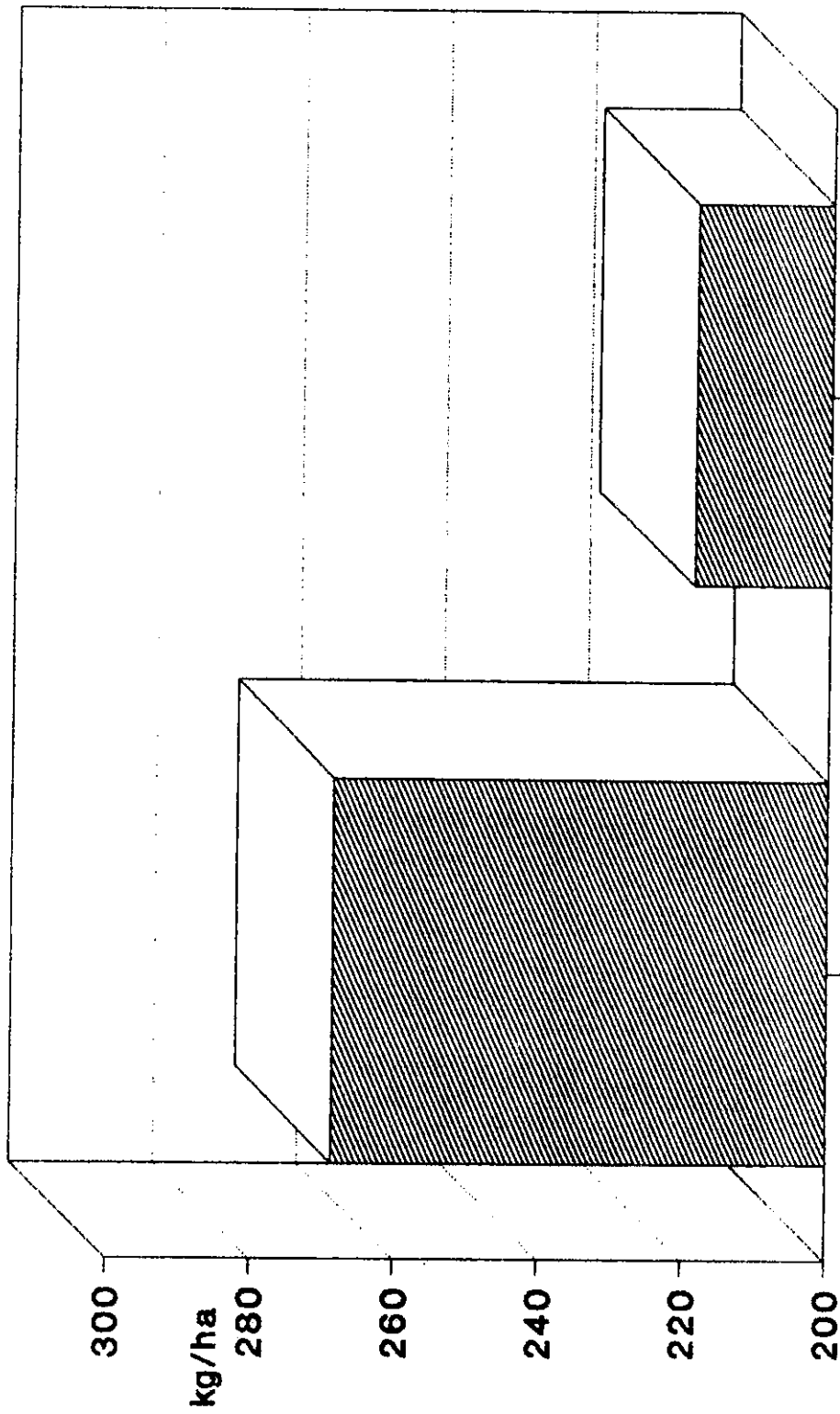
FIGURA 20 - ESQUEMA DEL SISTEMA EMPLEADO PARA EVALUAR LAS PERDIDAS EN RECOLECCION DE SOYA.



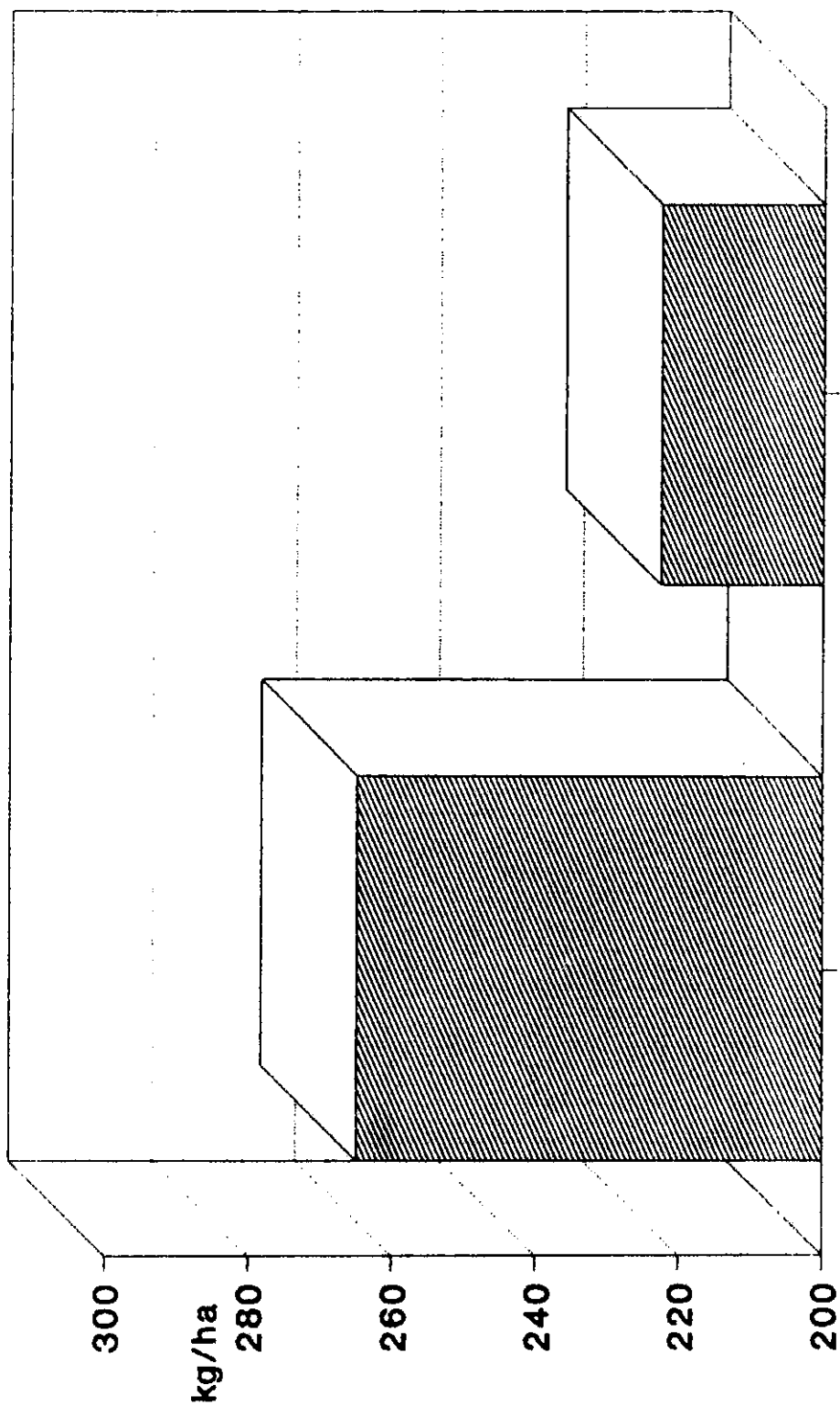
**SURCO** **VOLEO**  
Grafica 1. Comparacion de las perdidas totales en la unidad de corte y alimentacion en los dos sistemas de siembra (Pompeya).



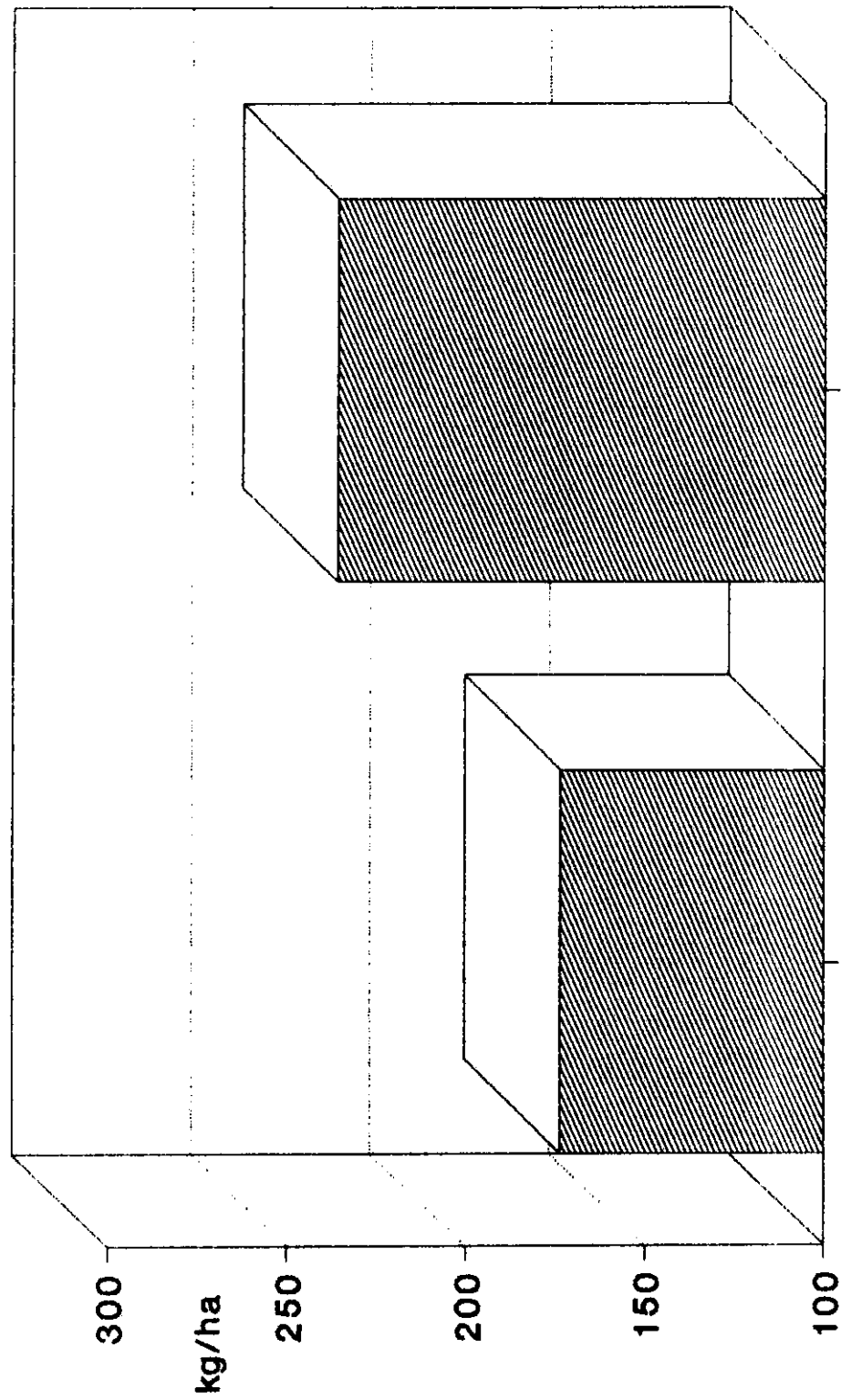
**SURCO** **VOLEO**  
Grafica 2. Comparacion de las perdidas totales en la unidad de trilla en los dos sistemas de siembra (Pompeya).



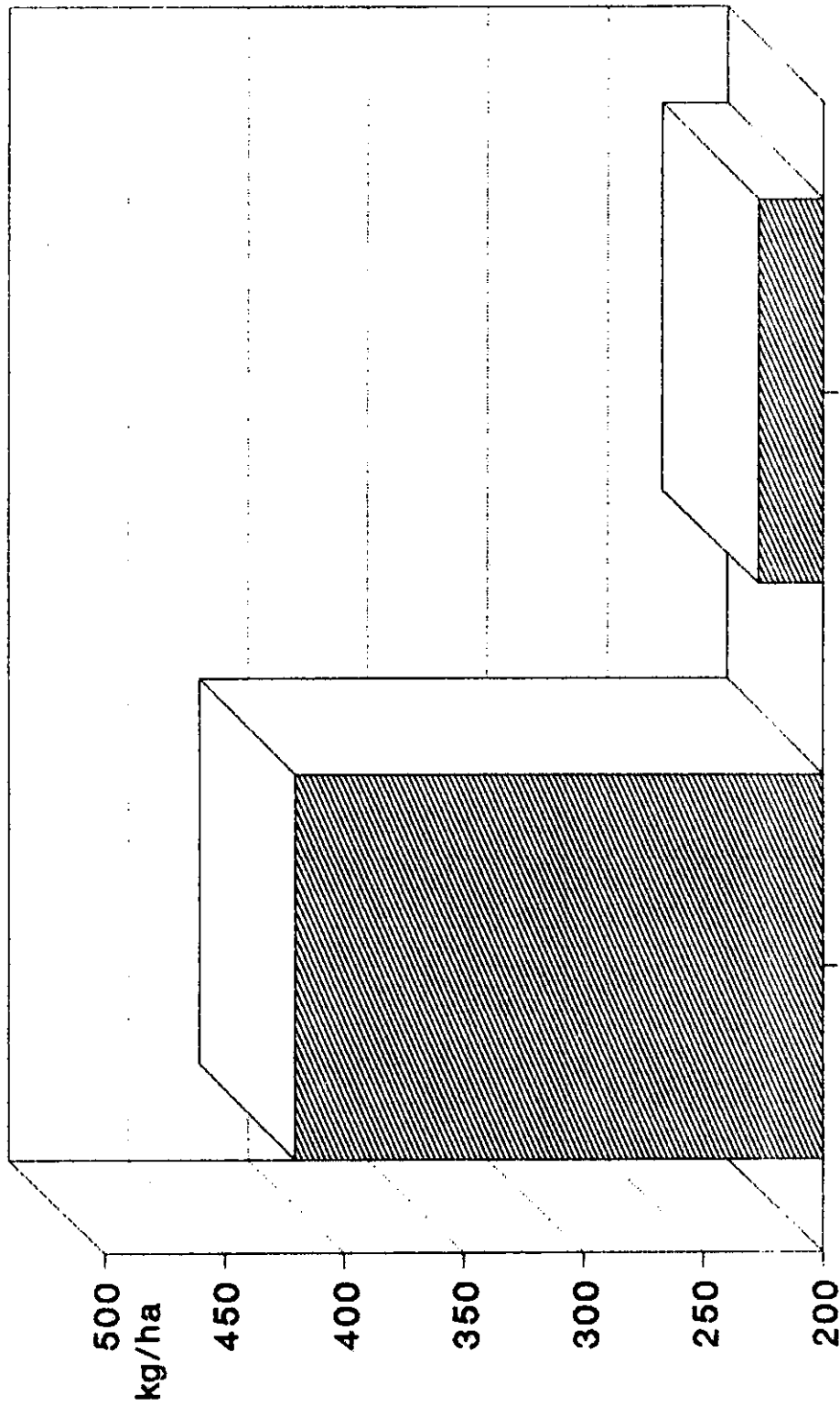
**SIN AJUSTE**  
**CON AJUSTE**  
Grafica 3. Comparacion de las perdidas totales con y sin ajuste (Pompeya).



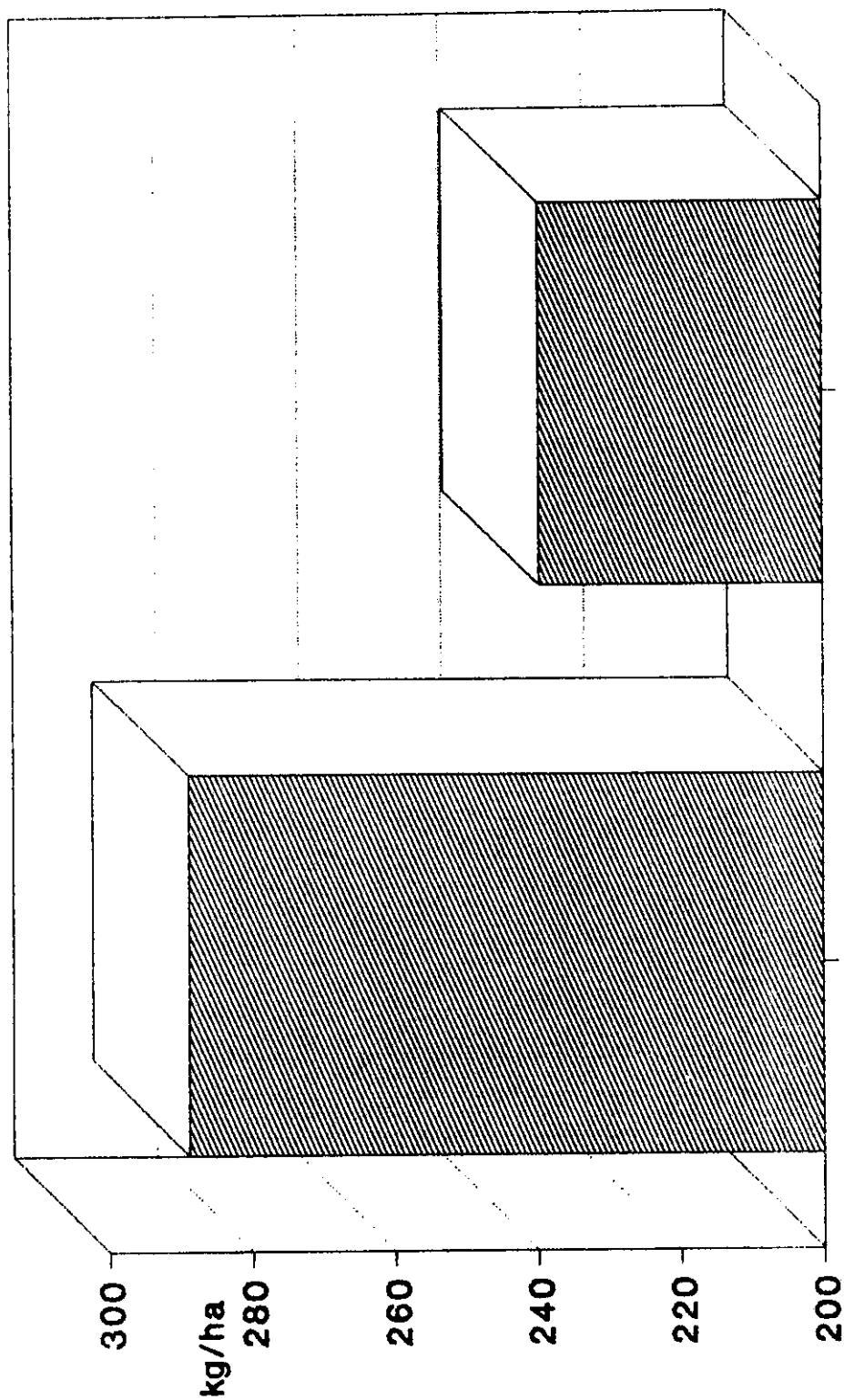
**Grafica 4. Comparación de las pérdidas totales en los dos sistemas de siembra (Pompeya).**



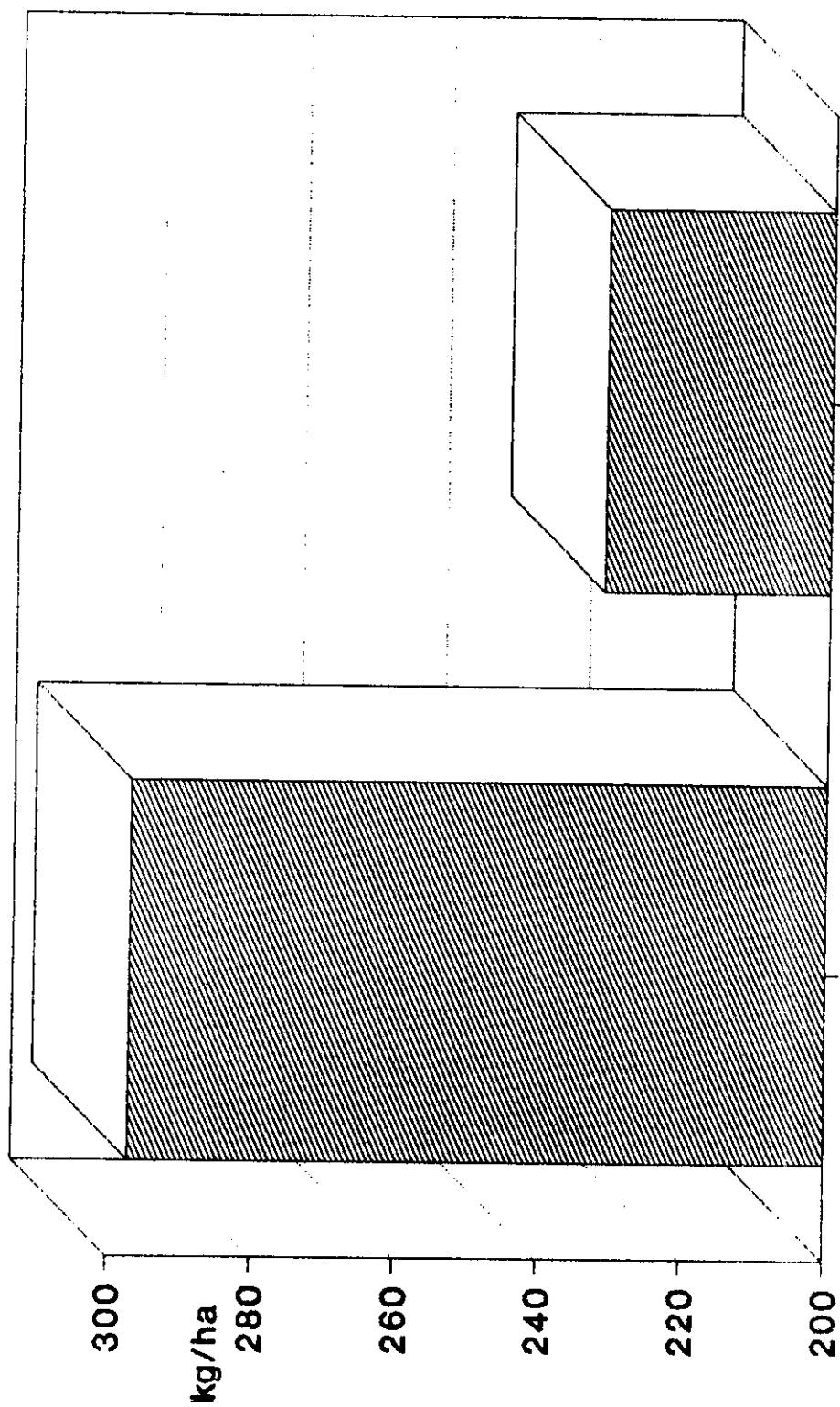
**SURCO** **VOLEO**  
Grafica 5. Comparacion de las perdidas totales en la unidad  
de corte y alimentacion en los dos sistemas de siembra (F. de oro)



**SURCO** **VOLEO**  
Grafica 6. Comparacion de las perdidas totales en la unidad de trilla en los dos sistemas de siembra (Fuente de Oro).



**SIN AJUSTE      CON AJUSTE**  
**Grafica 7. Comparacion de las perdidas totales con y sin ajuste**  
**(Fuente de Oro).**



**Grafica 8. Comparacion de las perdidas totales en los dos sistemas de siembra (Fuente de Oro).**

*[Faint, illegible text at the bottom of the page]*

TABLA 1. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS PERDIDAS DE GRANO EN COSECHA (kg/ha) EN LAS UNIDADES DE LA COMBINADA (Pompeya y Fuente de Oro - Meta)

P O M P E Y A

F. V.	G.l.	UNIDAD DE CORTE		UNIDAD DE TRILLA	
		GRASUE	GRAVAI	GRASUE	GRAVAI
Sistema (s)	1	4232.6**	1919.8	16549.4**	16025.7**
Ajuste (A)	1	710.4**	1932.9	1325.3	4297.5
SxA	1	209.4	1.0	57.6	89.1
Error	8	42.4	498.0	329.7	2667.1
C.V. (%)		10.0	17.8	14.5	30.0
$\bar{x}$ (Kg/ha)		65.0	125.0	125.4	172.0

FUENTE DE ORO

F. V.	G.l.	UNIDAD DE CORTE		UNIDAD DE TRILLA	
		GRASUE	GRAVAI	GRASUE	GRAVAI
Sistema (s)	1	8705.9**	206.8	25880.1**	30379.2**
Ajuste (A)	1	315.2	6034.6**	486.4	2812.1
SxA	1	52.5	3588.0*	33.3	340.3
Error	8	89.8	543.1	254.2	3161.8
C. V. (%)		13.2	17.5	12.0	29.4
$\bar{x}$ (Kg/ha)		71.9	132.9	132.5	191.2

\* Diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ )  
 \*\* Diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ )

NOTA: GRASUE = Grano Suelto  
 GRAVAI = Grano en Vaina

TABLA 2. COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTES A LOS SISTEMAS DE SIEMBRA PARA LAS PERDIDAS DE GRANO EN COSECHA (Kg/ha) EN LAS UNIDADES DE LA COMBINADA

P O M P E Y A

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>		<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	
	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>
V o l e o	83.8 A	137.7 A	88.2 B	135.5 B
S u r c o	46.2 B	112.4 A	162.6 A	208.6 A

FUENTE DE ORO

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>		<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	
	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>
V o l e o	98.8 A	137.1 A	86.1 B	140.9 B
S u r c o	44.9 B	128.8 A	178.9 A	241.6 A

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

TABLA 3. COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTES AL AJUSTE DE LA COMBINADA PARA LAS PERDIDAS DE GRANO EN COSECHA (Kg/ha) EN LAS UNIDADES DE CORTE Y TRILLA

P O M P E Y A

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>		<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	
	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>
S i n Ajuste	72.7 A	137.7 A	135.9 A	190.9 A
C o n Ajuste	57.3 B	112.4 A	114.9 A	153.1 A

FUENTE DE ORO

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>		<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	
	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>
S i n Ajuste	77.0 A	155.3 A	138.9 A	206.5 A
C o n Ajuste	66.8 A	110.5 B	126.1 A	175.9 A

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

TABLA 4. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS PERDIDAS  
 TOTALES (kg/ha) EN LAS UNIDADES DE LA COMBINADA  
 (Pompeya y Fuente de Oro - Meta)

P O M P E Y A

<u>F. V.</u>	<u>G.l.</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
Sistema (s)	1	11.853.5**	65.233.4**	21.472.3**
Ajuste (A)	1	4.986.9*	10.395.9	29.783.4**
SxA	1	239.7	290.1	2.4
Error	8	643.9	3.578.8	4.396.7
C.V. (%)		13.4	20.1	13.6
X(kg/ha)		190.0	297.5	487.5

FUENTE DE ORO

<u>F. V.</u>	<u>G.l.</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
Sistema (s)	1	11.596.6*	112.338.4*	51.747.9*
Ajuste (A)	1	9.108.0**	5.637.7	29.077.2
SxA	1	4.508.6*	106.6	6.371.0
Error	*	819.5	4.490.8	7.402.3
C.V. (%)		13.9	20.7	16.3
X(Kg/ha)		204.8	323.7	528.5

\* Diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ )  
 \*\* Diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ )

TABLA 5. COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTES A LOS SISTEMAS DE SIEMBRA PARA LAS PERDIDAS TOTALES (Kg/ha) EN LAS UNIDADES DE LA COMBINADA

<u>P O M P E Y A</u>			
<u>SISTEMAS</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
V o l e o	221.5 A	223.7 B	445.2 A
S u r c o	158.6 B	371.2 A	529.8 B

<u>FUENTE DE ORO</u>			
<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
V o l e o	215.2 A	218.0 B	433.2 A
S u r c o	157.6 B	370.2 A	525.8 B

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

TABLA 6. COMPARACION DE MEDIAS CORRESPONDIENTES AL AJUSTE DE LA COMBINADA PARA LAS PERDIDAS DE GRANO EN COSECHA (Kg/ha) EN LAS UNIDADES DE CORTE Y TRILLA

<u>P O M P E Y A</u>			
	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
S i n Ajuste	210.4 A	369.9 A	573.3 A
C o n Ajuste	169.7 B	268.0 A	437.7 B
<u>FUENTE DE ORO</u>			
	<u>UNIDAD DE CORTE</u>	<u>UNIDAD DE TRILLA</u>	<u>TOTAL</u>
S i n Ajuste	232.4 A	345.4 A	577.8 A
C o n Ajuste	173.3 B	302.1 A	479.3 A

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

TABLA 7. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS PERDIDAS DEL GRANO EN COSECHA (Kg/ha)

P O M P E Y A

<u>F. V.</u>	<u>G.l.</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
Sistema (s)	1	2032.5**	3426.1	10736.2*
Ajuste (A)	1	1988.2**	5997.4*	14891.7**
Unidad (u)	1	21901.0**	13241.8**	69218.2**
S x A	1	23.7	35.6	1.2
S x U	1	18793.6**	14519.4**	66350.7**
A x U	1	47.5	233.1	491.1
Error	17	189.4	1492.7	2018.3
C. V. (%)		14.5	26.0	18.4
$\bar{x}$ (kg/ha)		95.2	148.5	243.5

FUENTE DE ORO

<u>F. V.</u>	<u>G.l.</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
Sistema	1	2282.7**	12786.3**	25873.9**
Ajuste	1	792.4*	8542.8*	14538.6*
Unidad	1	22028.1**	20405.0**	84835.2**
S x A	1	1.1	3069.1	3185.5
S x U	1	32303.3**	17799.7**	98060.9**
A x U	1	9.3	303.9	207.1
Error	17	166.9	1794.0	2596.3
C. V. (%)		12.6	26.1	19.2
$\bar{x}$ (kg/ha)		102.2	161.1	264.3

\* Diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ )

\*\* Diferencias significativas ( $\alpha=0.01$ )

TABLA 8. COMPARACION DE MEDAS CORRESPONDIENTES A SISTEMAS DE SIEMBRA TIPO DE AJUSTE Y UNIDADES DE LA COMBINADA PARA LAS PERDIDAS DE GRANO Y COSECHA (Kg/ha)

P O M P E Y A

	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
S i n Ajuste	104.3 A	164.4 A	268.7 A
C o n Ajuste	86.1 B	132.8 B	218.8 B

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
Voleo	Corte	83.8 B	137.7 B	221.5 B
Voleo	Trilla	88.2 B	135.5 B	223.7 B
Surco	Corte	46.2 C	112.4 B	158.6 C
Surco	Trilla	162.6 A	208.6 A	371.2 A

FUENTE DE ORO

	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
S i n Ajuste	107.9 A	180.9 A	288.9 A
C o n Ajuste	96.5 B	143.2 B	239.7 B

<u>SISTEMA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>GRASUE</u>	<u>GRAVAI</u>	<u>TOTAL</u>
Voleto	Corte	98.8 B	137.1 B	235.9 B
Voleo	Trilla	96.1 B	140.9 B	226.9 B
Surco	Corte	44.9 B	128.8 B	173.7 B
Surco	Trilla	178.9 A	241.6 A	420.5 A

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )